

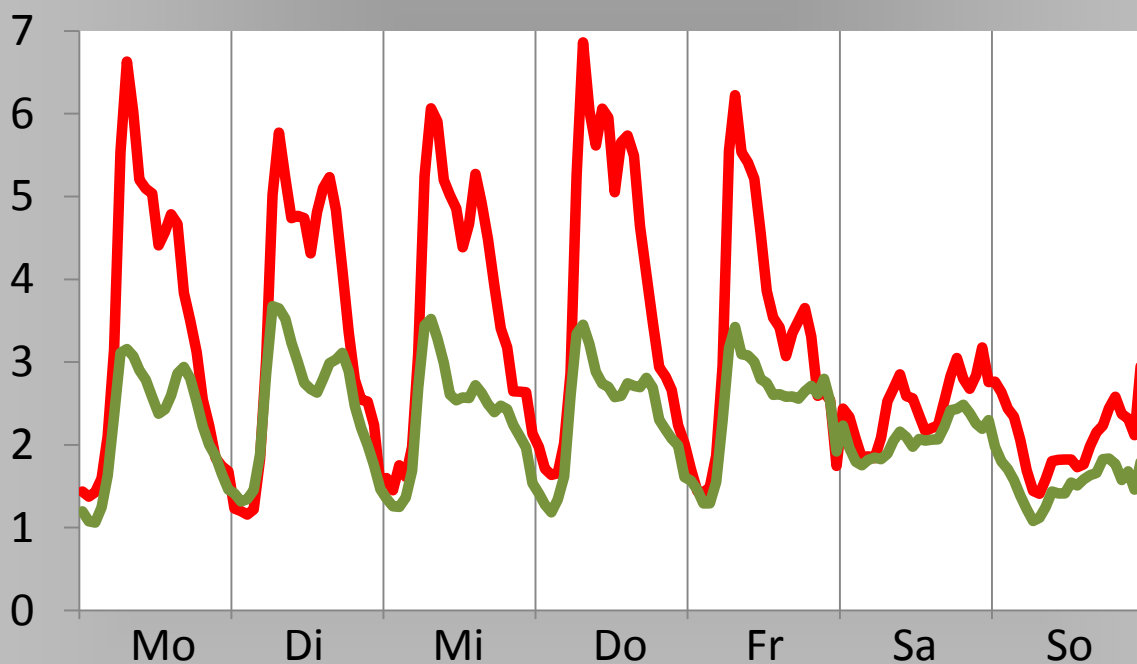
Umweltzone Leipzig

Teil 3: Immissionssituation 2010–2013

Ruß (BC) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

— 2010

— 2013 mit Umweltzone



Titelbild

Vor allem ältere Dieselfahrzeuge ohne Partikelfilter emittieren Ruß. Die Außenluft an viel befahrenen Straßen ist deshalb hoch belastet. Im Bild wird der mittlere Wochengang für Ruß (BC) an der verkehrsnahen Luftgüte-Messstation Leipzig-Mitte gezeigt. Von Montag bis Freitag steigt die Rußkonzentration am Morgen mit dem aufkommenden Verkehr sehr schnell an und erreicht in der morgendlichen Hauptverkehrszeit das Maximum. Danach erfolgt eine leichte Reduzierung durch die bessere Durchmischung der Atmosphäre. Abends und nachts reduzieren sich die Konzentrationen mit der Abnahme des Verkehrs. In den sehr frühen Morgenstunden wird das Minimum registriert, weil nur noch sehr wenige Fahrzeuge fahren. Am Wochenende, insbesondere bei vermindertem LKW-Verkehr, werden deutlich geringere Konzentrationen gemessen.

Der Gang der Rußkonzentration wird als rote Linie vor und als grüne Linie nach der Einführung der Umweltzone gezeigt. 2013 wurden deutliche Reduzierungen von Ruß, vor allem tagsüber von Montag bis Freitag, nachgewiesen. Die Maximalkonzentration in der morgendlichen Hauptverkehrszeit reduzierte sich dort beispielsweise um die Hälfte.

Der Kfz-Verkehr, der sich 2011 zunächst mit Einführung der Umweltzone reduzierte, stieg 2013 wieder auf das Niveau von 2010. Es waren 2013 jedoch deutlich weniger Fahrzeuge mit hohen Rußemissionen unterwegs, weil die Lücke durch modernere Fahrzeuge aufgefüllt wurde. In Leipzig fand eine beschleunigte Modernisierung der Fahrzeugflotte durch die Wirkung der Umweltzone statt.

Weil Dieselabgase toxisch und krebserregend sind, wird die deutliche Reduzierung von Ruß im Feinstaub mit einer deutlichen Minderung des Gesundheitsrisikos der Bevölkerung in Leipzig gleichgesetzt.

Messtechnische Begleitung der Einführung der Umweltzone in der Stadt Leipzig

Teil 3: Immissionssituation von 2010 bis 2013 und Wirkung der Umweltzone

Gunter Löschau, Alfred Wiedensohler, Wolfram Birmili, Fabian Rasch, Gerald Spindler,
Konrad Müller, Uwe Wolf, Andrea Hausmann, Mathias Böttger, Mario Anhalt, Volker Dietz,
Hartmut Herrmann, Uwe Böhme

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | Einleitung | 9 |
| 2 | Methodik | 10 |
| 2.1 | Messkonzept | 10 |
| 2.2 | Durchführung der Messungen 2012 und 2013 | 12 |
| 3 | Rahmenbedingungen | 12 |
| 3.1 | Maßnahmen der Luftreinhaltepläne..... | 12 |
| 3.2 | Veränderungen im KFZ-Bestand nach Emissionsklassen und Schadstoffgruppen | 13 |
| 4 | Messergebnisse 2010 bis 2013 | 14 |
| 4.1 | Jahresmittelwerte | 14 |
| 4.1.1 | Verkehrsstärke | 14 |
| 4.1.2 | Gesetzlich vorgegebene Immissionsmessgrößen PM ₁₀ , PM _{2,5} , NO ₂ und NO _x | 15 |
| 4.1.3 | Wissenschaftliche Immissionsmessgrößen EC, BC, PN _{30-200nm} und PM _{30-200nm} | 16 |
| 4.1.4 | Änderungen 2013 gegenüber 2010..... | 19 |
| 4.2 | Mittlerer Wochengang | 21 |
| 4.2.1 | Messstationstypen..... | 21 |
| 4.2.2 | Entwicklung an den einzelnen Messstationen | 22 |
| 4.3 | Immissionsanteil Motor der Fahrzeuge | 25 |
| 4.3.1 | Bestimmungsmethode..... | 25 |
| 4.3.2 | Prüfung der Messgrößen auf Eignung..... | 25 |
| 4.3.3 | Ergebnisse | 25 |
| 4.3.4 | Veränderung 2013 gegenüber 2010 für den hochtoxischen Feinstaubanteil und das Gesundheitsrisiko | 27 |
| 4.4 | Gesetzliche Beurteilung der Luftqualität in Leipzig und Dresden | 30 |
| 5 | Zusammenfassung | 33 |
| Literatur | | 35 |
| Anlage 1: | Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität in Leipzig und Dresden | 37 |
| Anlage 2: | Veränderungen des KFZ-Bestandes nach Emissionsklassen und Schadstoffgruppen | 43 |
| Anlage 3: | Datenqualität 2012 und 2013 | 49 |
| Anlage 4: | Statistik der Tagesmittelwerte 2012 und 2013 | 50 |
| Anlage 5: | Nachtrag für Statistik der Tagesmittelwerte 2010 und 2011 für BC und PN (Betriebszustand) | 60 |
| Anlage 6: | Einfluss der Bautätigkeit auf die PM ₁₀ -Immission an der Messstation Leipzig-Mitte in 2012 und 2013 | 62 |
| Anlage 7: | Mittlerer Tagesgang der Messgrößen von Montag bis Sonntag in 2010, 2011, 2012 und 2013 | 66 |
| Anlage 8: | Annahmen zur Berechnung des Immissionsanteils Motor..... | 72 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|---------------|---|----|
| Abbildung 1: | Wirkung einer Umweltzone auf die Feinstaubzusammensetzung [Wichmann, 2011]..... | 9 |
| Abbildung 2: | Schema der Verursacheranalyse für eine verkehrsnahen PM ₁₀ -Belastung mit Ermittlung des Immissionsanteils Motor durch die Immissionsmessung der Partikelgrößenverteilung | 11 |
| Abbildung 3: | Jahresmittelwerte für den Gesamtverkehr (Kfz) von 2010 bis 2013 und dessen relative Änderung gegenüber dem Bezugsjahr 2010..... | 14 |
| Abbildung 4: | Jahresmittelwerte für den Schwerverkehr (SV) und dessen relative Änderung gegenüber dem Bezugsjahr 2010 sowie der Anteil des SV am Gesamtverkehr von 2010 bis 2013 | 14 |
| Abbildung 5: | Entwicklung der Konzentrationen an den Stationstypen (links), an den straßennahen Messstationen (Mitte) und deren prozentualen Änderung gegenüber 2010 (rechts) für die gesetzlich vorgegebenen Immissionsmessgrößen PM ₁₀ , PM _{2,5} , NO ₂ und NO _x | 17 |
| Abbildung 6: | Entwicklung der Konzentrationen an den Stationstypen (links), an den straßennahen Messstellen (Mitte) und deren prozentualen Änderung gegenüber 2010 (rechts) für die wissenschaftlichen Immissionsmessgrößen EC, BC, PN _{30-200nm} und PM _{30-200nm} von 2010 bis 2013..... | 18 |
| Abbildung 7: | Änderung der Immission für die Partikelmasse von EC, BC und sehr kleiner Partikel an den straßennahen Messstationen in Leipzig (LMI) und Dresden (DDN) 2013 gegenüber 2010..... | 20 |
| Abbildung 8: | Mittlerer Wochengang 2010 für das Gas NO ₂ und die Partikel PM ₁₀ , Ruß-BC _{PM1} und PN _{30-200nm} an der Messstation Leipzig-Mitte | 21 |
| Abbildung 9: | Entwicklung des mittleren Tagesganges der Woche an der verkehrsnahen Messstation Leipzig-Mitte von 2010 bis 2013 für die Kfz-Zahlen mit Gesamtverkehr (Kfz) und Teilmenge Schwerverkehr (SV)..... | 23 |
| Abbildung 10: | Entwicklung des mittleren Tagesganges der Woche an der verkehrsnahen Messstation Leipzig-Mitte von 2010 bis 2013 für die Gase NO ₂ und NO _x | 23 |
| Abbildung 11: | Entwicklung des mittleren Tagesganges der Woche an der verkehrsnahen Messstation Leipzig-Mitte von 2010 bis 2013 für Partikel Gesamtmasse PM ₁₀ , Teilmasse Ruß-BC _{PM1} und Partikelanzahl PN _{30-200nm} | 24 |
| Abbildung 12: | Prozentualer Anteil des Immissionsanteils Motor an der Gesamtbelastung (GB) für die Überwachungsgrößen PM ₁₀ , PM _{2,5} und NO _x und die ergänzenden wissenschaftlichen Sondermessgrößen EC, BC, PN _{30-200nm} und PM _{30-200nm} an den verkehrsnahen Messstellen von 2010 bis 2013..... | 26 |
| Abbildung 13: | Entwicklung des Immissionsanteils Motor am Messstationstyp „Städtische Straße“ und an den einzelnen Messstationen für EC, BC, PN _{30-200nm} und PM _{30-200nm} sowie NO _x von 2010 bis 2013..... | 28 |
| Abbildung 14: | Entwicklung der relativen Parameter für ΔNO _x Motor und Zählung von Kfz und SV | 29 |
| Abbildung 15: | Änderung des Immissionsanteils Motor für die Partikelmassen von EC, BC und sehr kleiner Partikel von 30 bis 200 nm an den Messstationen Leipzig-Mitte (LMI) und Dresden-Nord (DDN) 2013 gegenüber 2010..... | 29 |
| Abbildung 16: | Ergebnisse der Messung für PM ₁₀ , PM _{2,5} und NO ₂ für das Kalenderjahr 2012 und dessen Relation zum jeweiligen einzuhaltenden Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit | 32 |
| Abbildung 17: | Zahlenmäßige Verteilung der Einzelmaßnahmen aus den jeweiligen Bereichen und deren Umsetzungsstand bezogen auf das Jahr 2012 [Stadt Leipzig, 2014]..... | 40 |
| Abbildung 18: | Absoluter und relativer Bestand an PKW mit hohen Motoremissionen nach Emissionsklassen in Sachsen, Dresden und Leipzig für das Analysejahr 2012 | 45 |
| Abbildung 19: | Absoluter und relativer Bestand an PKW und NFZ mit hohen Motoremissionen nach Plakettenfarbe in Sachsen, Dresden und Leipzig für das Analysejahr 2012 | 46 |
| Abbildung 20: | Relativer Bestand an PKW und NFZ mit grüner Plakette in Sachsen, Dresden und Leipzig für das Analysejahr 2012..... | 47 |
| Abbildung 21: | Anzahl der geförderten Nachrüstungen von Rußpartikelfiltern an PKW und leichten Nutzfahrzeugen (LNfz) in Dresden und Leipzig nach [BAFA, 2013]..... | 48 |
| Abbildung 22: | Geförderte Partikelnachrüstungen (absolut) bei PKW (einschließlich Sonder-Kfz, wie z.B. Wohnmobile) und leichte Nutzfahrzeuge (ab 2010) in Sachsen, Dresden und Leipzig von 2009 bis 2012 nach [BAFA, 2013] | 48 |
| Abbildung 23: | Entwicklung des mittleren Tagesganges von Montag bis Sonntag an der verkehrsnahen Messstation Dresden-Nord (DDN) von 2010 bis 2013 für die Kfz-Zahlen, die Gase NO ₂ und NO _x und die Partikel PM ₁₀ , Ruß-BC _{PM1} und PN _{30-200nm} | 66 |
| Abbildung 24: | Entwicklung des mittleren Tagesganges von Montag bis Sonntag an der verkehrsnahen Messstation Dresden-Bergstraße (DDB) von 2010 bis 2013 für die Kfz-Zahlen, die Gase NO ₂ und NO _x und die Partikel PM ₁₀ | 67 |

| | | |
|---------------|--|----|
| Abbildung 25: | Entwicklung des mittleren Tagesganges von Montag bis Sonntag an der verkehrsnahen Messstation Leipzig-Mitte (LMI) von 2010 bis 2013 für die Kfz-Zahlen, die Gase NO ₂ und NO _x und die Partikel PM ₁₀ , Ruß-BC _{PM1} und PN _{30-200nm} | 67 |
| Abbildung 26: | Entwicklung des mittleren Tagesganges von Montag bis Sonntag an der verkehrsnahen Messstation Leipzig-Lützner Straße (LLÜ) von 2010 bis 2013 für die Kfz-Zahlen, die Gase NO ₂ und NO _x und die Partikel PM ₁₀ ... | 68 |
| Abbildung 27: | Entwicklung des mittleren Tagesganges von Montag bis Sonntag an der verkehrsnahen Messstation Leipzig-Eisenbahnstraße (LEI) von 2010 bis 2013 für die Partikel Ruß-BC _{PM1} und PN _{30-200nm} | 68 |
| Abbildung 28: | Entwicklung des mittleren Tagesganges von Montag bis Sonntag an der städtischen Hintergrundmessstation Dresden-Winckelmannstraße (DDW) von 2010 bis 2013 für die Gase NO ₂ und NO _x und die Partikel PM ₁₀ , Ruß-BC _{PM1} und PN _{30-200nm} | 69 |
| Abbildung 29: | Entwicklung des mittleren Tagesganges von Montag bis Sonntag an der städtischen Hintergrundmessstation Leipzig-West (LWE) von 2010 bis 2013 für die Gase NO ₂ und NO _x und die Partikel PM ₁₀ , Ruß-BC _{PM1} und PN _{30-200nm} | 69 |
| Abbildung 30: | Entwicklung des mittleren Tagesganges von Montag bis Sonntag an der regionalen Hintergrundmessstation Melpitz (MEL) von 2010 bis 2013 für die Gase NO ₂ und NO _x und die Partikel PM ₁₀ , Ruß-BC _{PM1} und PN _{30-200nm} | 70 |
| Abbildung 31: | Entwicklung des mittleren Tagesganges von Montag bis Sonntag an der regionalen Hintergrundmessstation Collnberg (COL) von 2010 bis 2013 für die Gase NO ₂ und NO _x und die Partikel PM ₁₀ | 70 |
| Abbildung 32: | Entwicklung des mittleren Tagesganges von Montag bis Sonntag an der regionalen Hintergrundmessstation Schwartenberg (SWB) von 2010 bis 2013 für die Gase NO ₂ und NO _x und die Partikel PM ₁₀ | 71 |
| Abbildung 33: | Entwicklung des mittleren Tagesganges von Montag bis Sonntag an der regionalen Hintergrundmessstation Radebeul-Wahnsdorf (RWD) von 2010 bis 2013 für die Gase NO ₂ und NO _x und die Partikel PM ₁₀ | 71 |
| Abbildung 34: | Entwicklung des mittleren Tagesganges von Montag bis Sonntag an der regionalen Hintergrundmessstation Brockau (BRO) von 2010 bis 2013 für die Gase NO ₂ und NO _x und die Partikel PM ₁₀ | 71 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|-------------|---|----|
| Tabelle 1: | Messstationen für das Projekt Umweltzone Leipzig in Sachsen | 12 |
| Tabelle 2: | Rechnerische Änderung der Jahresmittelwerte an den drei Messstationstypen 2013 gegenüber 2010 und der Anteil Δ RHG am Δ SST | 20 |
| Tabelle 3: | Rechnerische Änderung der Jahresmittelwerte 2013 gegenüber dem Bezugsjahr 2010 | 20 |
| Tabelle 4: | Wesentliche Änderung der Jahresmittelwerte 2013 gegenüber 2010 | 20 |
| Tabelle 5: | Absolute und relative Änderungen des Immissionsanteils Motor 2013 gegenüber 2010 | 29 |
| Tabelle 6: | Kenngößen der kritischen Luftschadstoffe an den verkehrsnahen Messtationen von 2010 bis 2013 | 32 |
| Tabelle 7: | Ausgewählte Maßnahmen des Luftreinhalteplans der Stadt Leipzig und Stand deren Umsetzung im Jahr 2011 und 2012 sowie Ziele bis 2015 | 38 |
| Tabelle 8: | Anzahl der vom Fahrverbot der Umweltzone ausgenommenen Kfz Ausnahmen sowie Verstöße gegen die Kennzeichnungspflicht (fließender und ruhender Verkehr) mit Stand zum 31.12.2012 | 40 |
| Tabelle 9: | Maßnahmenpaket des Luftreinhalteplanes für die Landeshauptstadt Dresden 2011 mit grundlegenden Eckpunkten für Prognoserechnungen | 42 |
| Tabelle 10: | Umsetzungsstand des Maßnahmenpaketes des Luftreinhalteplanes für die Landeshauptstadt Dresden | 42 |
| Tabelle 11: | Bestand an PKW nach Emissionsklassen in Sachsen, der Stadt Dresden und der Stadt Leipzig für das Analysejahr 2012* | 45 |
| Tabelle 12: | Bestand an Nutzfahrzeugen und der Teilmenge Kraftomnibusse nach Emissionsklassen in Sachsen, der Stadt Dresden und der Stadt Leipzig für das Analysejahr 2012* nach [KBA, 2013] | 45 |
| Tabelle 13: | Bestand an Kraftfahrzeugen nach Plakettenfarbe der 35. BImSchV in Sachsen, der Stadt Dresden und Leipzig für das Analysejahr 2012* nach [KBA, 2013] | 46 |
| Tabelle 14: | Geförderte Partikelfilterumrüstung bei PKW (einschließlich Sonder-Kfz, wie z.B. Wohnmobile) und leichte Nutzfahrzeuge (ab 2010) in Sachsen, Dresden und Leipzig in den Jahren von 2009 bis 2013 nach [BAFA, 2013] | 47 |
| Tabelle 15: | Datenverfügbarkeit für Tagesmittelwerte 2012 | 49 |
| Tabelle 16: | Datenverfügbarkeit für Tagesmittelwerte 2013 | 49 |
| Tabelle 17: | Messunsicherheit und Vergleichbarkeit der Daten | 49 |
| Tabelle 18: | Statistik 2012 für PM_{10} in $\mu g/m^3$ | 50 |
| Tabelle 19: | Statistik 2013 für PM_{10} in $\mu g/m^3$ | 50 |
| Tabelle 20: | Anzahl der Tage 2012 mit PM_{10} -Grenzwertüberschreitung | 50 |
| Tabelle 21: | Anzahl der Tage 2013 mit PM_{10} -Grenzwertüberschreitung | 50 |
| Tabelle 22: | Statistik 2012 für $PM_{2,5}$ in $\mu g/m^3$ | 51 |
| Tabelle 23: | Statistik 2013 für $PM_{2,5}$ in $\mu g/m^3$ | 51 |
| Tabelle 24: | Statistik 2012 für NO_2 in $\mu g/m^3$ | 52 |
| Tabelle 25: | Statistik 2013 für NO_2 in $\mu g/m^3$ | 52 |
| Tabelle 26: | Statistik 2012 für NO_x in $\mu g/m^3$ | 53 |
| Tabelle 27: | Statistik 2013 für NO_x in $\mu g/m^3$ | 53 |
| Tabelle 28: | Statistik 2012 für die Anzahl aller Kraftfahrzeuge (Kfz) pro Tag von Montag bis Sonntag | 54 |
| Tabelle 29: | Statistik 2012 für die Anzahl der Schwerverkehrsfahrzeuge (SV) pro Tag von Montag bis Sonntag | 54 |
| Tabelle 30: | Statistik 2013 für die Anzahl aller Kraftfahrzeuge (Kfz) pro Tag von Montag bis Sonntag | 55 |
| Tabelle 31: | Statistik 2013 für die Anzahl der Schwerverkehrsfahrzeuge (SV) pro Tag von Montag bis Sonntag | 55 |
| Tabelle 32: | Statistik 2012 für EC_{PM10} in $\mu g/m^3$ | 56 |
| Tabelle 33: | Statistik 2013 für EC_{PM10} in $\mu g/m^3$ | 56 |
| Tabelle 34: | Statistik 2012 für BC_{PM1} in $\mu g/m^3$ | 57 |
| Tabelle 35: | Statistik 2013 für BC_{PM1} in $\mu g/m^3$ | 57 |
| Tabelle 36: | Statistik 2012 für $PN_{30-200nm}$ in $1/cm^3$ | 58 |
| Tabelle 37: | Statistik 2013 für $PN_{30-200nm}$ in $1/cm^3$ | 58 |
| Tabelle 38: | Statistik 2012 für $PM_{30-200nm}$ in $\mu g/m^3$ | 59 |
| Tabelle 39: | Statistik 2013 für $PM_{30-200nm}$ in $\mu g/m^3$ | 59 |
| Tabelle 40: | Nachtrag der Statistik 2010 für BC_{PM1} in $\mu g/m^3$ bezogen auf das Volumen im Betriebszustand | 60 |
| Tabelle 41: | Nachtrag der Statistik 2011 für BC_{PM1} in $\mu g/m^3$ bezogen auf das Volumen im Betriebszustand | 60 |
| Tabelle 42: | Nachtrag der Statistik 2010 für $PN_{30-200nm}$ in $1/cm^3$ bezogen auf das Volumen im Betriebszustand | 61 |
| Tabelle 43: | Nachtrag der Statistik 2011 für $PN_{30-200nm}$ in $1/cm^3$ bezogen auf das Volumen im Betriebszustand | 61 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Tabelle 44: | Tage mit signifikantem Einfluss der Bautätigkeit auf den Tagesmittelwert PM ₁₀ an der Station LMI im Jahr 2012 | 63 |
| Tabelle 45: | Tage mit signifikantem Einfluss der Bautätigkeit auf den Tagesmittelwert PM ₁₀ an der Station LLÜ im Jahr 2012 | 63 |
| Tabelle 46: | Tage mit signifikantem Einfluss der Bautätigkeit auf den Tagesmittelwert PM ₁₀ an der Station LMI im Jahr 2013 | 64 |
| Tabelle 47: | Tage mit signifikantem Einfluss der Bautätigkeit auf den Tagesmittelwert PM ₁₀ an der Station LLÜ im Jahr 2013 | 64 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|------------------------|---|
| µm | Mikrometer |
| BC | Ruß gemessen als schwarzer Kohlenstoff BC (Black Carbon) |
| BfUL | Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft. Vom LfULG beauftragt für Durchführung der Messungen |
| BImSchG | Bundes-Immissionsschutzgesetz |
| BImSchV | Bundes-Immissionsschutzverordnung |
| COL | Messstation Collnberg (Luftgütemessnetz) |
| DDB | Messstation Dresden-Bergstraße (Luftgütemessnetz) |
| DDN | Messstation Dresden-Nord (Luftgütemessnetz) |
| DDW | Messstation Dresden-Winckelmannstraße (Luftgütemessnetz) |
| EC | Ruß gemessen als elementarer Kohlenstoff EC (Elemental Carbon) |
| EEV | Enhanced Environmentally Friendly Vehicle ist der gegenwärtig anspruchsvollste europäische Abgasstandard für Busse und Lkw |
| EMEP | European Monitoring and Evaluation Programme |
| FDMS | Filter Dynamics Measurement System ist ein Messsystem zur Bestimmung von flüchtigen und nichtflüchtigen Bestandteilen in der Außenluft. |
| Kfz | Kraftfahrzeug |
| LEI | Messstation Leipzig-Eisenbahnstraße (TROPOS) |
| LfULG | Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie |
| LLÜ | Messstation Leipzig-Lützner Straße (Luftgütemessnetz) |
| LMI | Messstation Leipzig-Mitte (Luftgütemessnetz) |
| LTR | Messstation Leipzig-TROPOS-Dach (TROPOS) |
| LWE | Messstation Leipzig-West (Luftgütemessnetz) |
| MEL | Messstation Melpitz (TROPOS) |
| nm | Nanometer |
| NN | Normalnull als Synonym für Höhe über dem Meeresspiegel |
| NO ₂ | Stickstoffdioxid |
| NO _x | Stickstoffoxide |
| PM ₁ | Massenkonzentration von Partikeln mit einem aerodynamischen Durchmesser (Median) kleiner 1 µm |
| PM ₁₀ | Massenkonzentration von Partikeln mit einem aerodynamischen Durchmesser (Median) kleiner 10 µm |
| PM _{2,5} | Massenkonzentration von Partikeln mit einem aerodynamischen Durchmesser (Median) kleiner 2,5 µm |
| PM _{30-200nm} | Massenkonzentration von Partikeln mit einem Mobilitätsdurchmesser von 30 bis 200 nm bzw. 0,03 bis 0,20 µm |
| PN _{30-200nm} | Anzahlkonzentration von Partikeln mit einem Mobilitätsdurchmesser von 30 bis 200 nm bzw. 0,03 bis 0,20 µm |
| RWD | Messstation Radebeul-Wahnsdorf (Luftgütemessnetz) |
| SKL | Schadstoffklasse für Nutzfahrzeuge |
| SMPS | Scanning Mobility Particle Sizer |
| SV | Schwerverkehr |
| SWB | Messstation Schwartenberg (Luftgütemessnetz) |
| TDMPMS | Twin Differential Mobility Particle Sizer |
| TROPOS | Leibniz-Institut für Troposphärenforschung e.V. in Leipzig |
| VDI | Verein Deutscher Ingenieure |
| WCCAP | World Calibration Centre for Aerosol Physics des „Global Atmosphere Watch Programms der UNOWMO“ am Leibniz-Institut für Troposphärenforschung e.V. in Leipzig |
| WHO | Weltgesundheitsorganisation (World Health Organization) |

1 Einleitung

In Gebieten mit jahrelangen Grenzwertüberschreitungen für Feinstaub oder Stickstoffdioxid werden Luftreinhaltepläne umgesetzt, um die Luftqualität zu verbessern. Die Stadt Leipzig hat insgesamt 48 Maßnahmen beschlossen, die an verschiedenen Adressaten der Luftverschmutzung ausgerichtet sind [Stadt Leipzig, 2009]. Die Einführung der Umweltzone ist dabei die wichtigste verkehrsbezogene Maßnahme. Der Luftreinhalteplan in Dresden sieht ebenfalls eine Vielzahl an Maßnahmen vor. Über einen speziellen „Dresdner Weg“ soll ein Maßnahmenpaket unter Meidung einer Umweltzone realisiert werden, wobei die Minderung der Immissionsbelastung den gleichen Umfang haben soll wie bei einer Einführung einer Umweltzone [Dresden, 2011]. Weitere Informationen zu den Maßnahmen und deren Umsetzung sind in Anlage 1 zu finden (Autoren: Mitarbeiter der Stadtverwaltungen Leipzig bzw. Dresden).

Die Luftverschmutzung beeinflusst die Lebensqualität vieler Menschen und verursacht Erkrankungen, ökonomische Verluste und Krankheitskosten [WMA, 2014]. Der Weltärztekongress von Durban (Südafrika) forderte im Oktober 2014 in seiner Erklärung eine Verminderung der Luftverschmutzung durch Kraftfahrzeugemissionen, insbesondere von Dieselfahrzeugen.

Eine Umweltzone soll beschleunigend auf die Modernisierung der Fahrzeugflotte in einem Gebiet mit PM_{10} – Grenzwertüberschreitungen wirken. Dabei sollen vor allem ältere, dieselbetriebene PKW, Kleintransporter, Busse und LKW mit hohen Motorpartikelemissionen schneller abgelöst werden.

Die Weltgesundheitsorganisation hat Dieselabgase bereits 1988 als wahrscheinlich krebserregend und 2012 als krebserregend eingestuft [WHO, 2012]. Dieselabgase stehen somit auf einer Stufe mit Asbest und Arsen. Ultrafeine Dieselpartikel sind als Verursacher von Krebs, Herzerkrankungen, Blutgerinnseln, Gehirnblutungen und ernsten Atemwegserkrankungen bekannt [ECO, 2012]. Feinstaub aus Abgasen von Kraftfahrzeugen ist damit toxikologisch erheblich relevanter als aus den meisten anderen Quellen [Wichmann, 2008]. Mit einer Umweltzone wird Dieselruß als der am meisten gesundheitsrelevante Anteil im Feinstaub reduziert und das Gesundheitsrisiko für die städtische Bevölkerung überproportional gemindert. Wenn es gelingt diesen hochtoxischen Anteil im Feinstaub zu reduzieren, sinkt die Feinstaubkonzentration zwar nur um etwa 6 bis 12 %, aber das Gesundheitsrisiko sinkt um 30 bis 60 % (Abbildung 1).

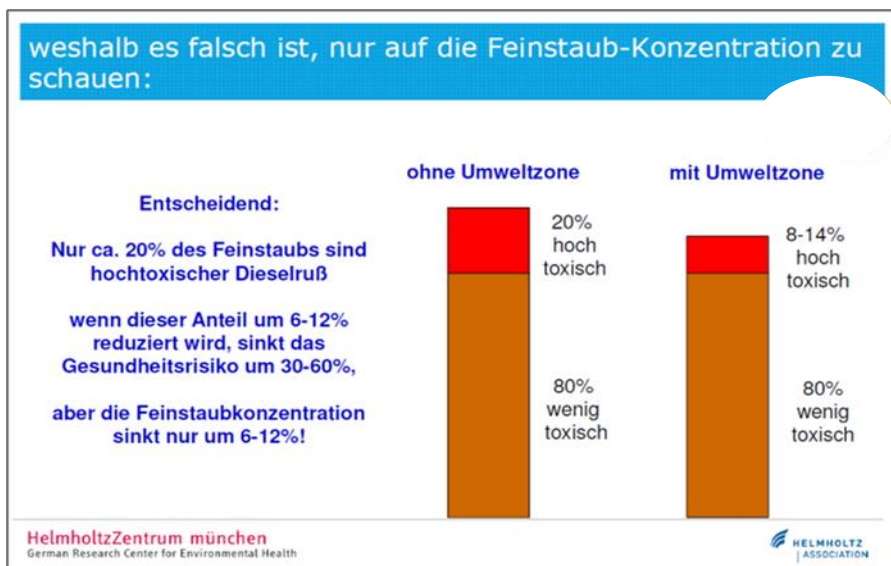


Abbildung 1: Wirkung einer Umweltzone auf die Feinstaubzusammensetzung [Wichmann, 2011]

Das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) in Dresden und das Leibniz-Institut für Troposphärenforschung e. V. (TROPOS) in Leipzig vereinbarten im Jahr 2009 gemeinsame wissenschaftliche Sondermessungen zur Begleitung von Umweltzonen in Sachsen durchzuführen, um deren Wirkung auf die Luftqualität darzustellen. Dabei wurden vorhandene Messsysteme mit den geringsten erreichbaren Messunsicherheiten in und um Leipzig und Dresden aus dem Luftgütemessnetz konzentriert. Vorbetrachtungen zeigten, dass die gesetzlich vorgeschriebenen Messungen zur zeitnahen Beurteilung der Wirkung einer Umweltzone nicht ausreichend sind [Löschau, 2008]. Deshalb wurden ergänzende wissenschaftliche Sondermesstechniken in einigen Messstationen des sächsischen Luftgüte-Messnetzes installiert und Forschungsstationen des TROPOS in die Bilanz der Datenanalysen einbezogen. Die Untersuchungen konzentrieren sich auf die Stadt Leipzig mit der

angekündigten Umweltzone. Vergleichend wird die Stadt Dresden ohne Umweltzone (die Stadt Dresden hatte ein Maßnahmenbündel entwickelt, das die gleiche Wirkung zur Verbesserung der Luftqualität wie eine Umweltzone entfalten sollte) einbezogen. Das Messprogramm begann im Jahr 2010.

Die Berichterstattung über die gewonnenen Messdaten und Auswertungen erfolgt jahresweise. Der erste Bericht (Teil 1) enthält die Messergebnisse für das Jahr 2010 vor Einführung der Umweltzone in Leipzig [LfULG, 2012] und beschreibt damit die Ausgangslage zur Beurteilung der Immissionssituation. Dieser Bericht kann als .pdf unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/14411> heruntergeladen werden. Im zweiten Bericht (Teil 2) werden die Messergebnisse für das Jahr 2011 dargestellt, in die die Einführung der Umweltzone in Leipzig fällt [LfULG, 2013]. Eine erste Wirkung der Umweltzone wurde im Vergleich mit der Ausgangssituation 2010 abgeschätzt. Der zweite Bericht kann als .pdf unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/18590> heruntergeladen werden. In dem nun hier vorliegenden dritten Bericht (Teil 3), wurden die Messergebnisse im Jahr 2012 und 2013 ausgewertet und die Änderungen zur Ausgangslage im Jahr 2010 dargestellt.

2 Methodik

2.1 Messkonzept

Im Messprogramm werden ausschließlich Immissionen gemessen und bewertet. Messungen von Emissionen finden nicht statt. Die gezielte Darstellung der Wirkung von Einzelmaßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität durch Immissionsmessungen ist prinzipiell meist nicht oder nur begrenzt möglich. Es ist üblich eher ganze Maßnahmenpakete als Einzelmaßnahmen zu bewerten. Meist werden Modellierungen von verschiedenen Szenarien z. B. für den Verkehr genutzt, um die Wirkung auf die Schadstoffkonzentration von Feinstaub PM_{10} oder Stickstoffdioxid abzuschätzen. Mit dem vereinbarten Messprogramm wird der Versuch unternommen, die Wirkung der Einzelmaßnahme Umweltzone auf die Luftqualität messtechnisch zu quantifizieren. Diese ohnehin schwierige Aufgabenstellung kann jedoch nur gelöst werden, wenn dazu eine Messgröße genutzt wird, die als Indikator für Kfz-Dieselabgase in der Außenluft empfindlich genug ist. Die Messgröße Feinstaub PM_{10} ist dazu nicht geeignet, da sie zu unempfindlich für den Belastungsanteil durch Motorpartikelemissionen ist, der ermittelte PM_{10} -Jahresmittelwert zu stark durch Schwankungen der meteorologischen Rahmenbedingungen beeinflusst werden kann und deshalb eine kurzfristige Einschätzung unmöglich macht [LfULG, 2012]. Zur Bestimmung der Dieselabgase in der Außenluft gibt es keine allgemein anerkannte, in der EU standardisierte Messmethode. Aufgrund des Fehlens dieser wichtigen Grundlage wurde versucht sich dem Ziel über drei unabhängige Partikel-Messmethoden zu nähern. Diese Partikelmessparameter sind:

- Ruß gemessen als elementarer Kohlenstoff (EC)
- Ruß gemessen als schwarzer Kohlenstoff (BC) und
- Partikel mit Durchmesser von 30 bis 200 nm ($PN_{30-200nm}$, $PM_{30-200nm}$).

Sie werden nachfolgend als ergänzende wissenschaftliche Messverfahren bezeichnet, um sie von den gesetzlich geregelten Immissionsmessverfahren (hier PM_{10} , $PM_{2.5}$ und NO_2) abzugrenzen. Für diese wissenschaftlichen Messverfahren gibt es weder Grenzwerte zur Beurteilung der Messwerte noch so ausführlich geregelte Normen zur Durchführung der Messung und Datenqualität wie für die gesetzlichen Immissionsmessverfahren. Dennoch wurden diese Verfahren in die Luftüberwachung in Sachsen integriert, da sie im Rahmen von Projekten bereits vorher über viele Jahre praktiziert sowie Maßnahmen zur Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle entwickelt wurden. Die dabei gewonnenen Erfahrungen bilden eine solide Grundlage, um sie erfolgsversprechend auf die Untersuchungen bei der messtechnischen Begleitung der Umweltzone anzuwenden [Birmili, 1998], [Löschau, 2006a], [Löschau, 2009], [Löschau, 2010], [Wiedensohler, 2012], [Schladitz, 2012], [Bastian, 2012], [Schladitz, 2013].

Der Lösungsansatz zur Beurteilung der Umweltzone sieht drei wesentliche Schritte vor:

- Messung der Konzentration an typischen Messorten,
- Bestimmung des Immissionsanteiles Verkehr und
- Bestimmung des Immissionsanteiles Motor für Partikel durch Sondermessungen.

Im **ersten Schritt** werden die Immissionen für die gesetzlich vorgegebenen Messgrößen PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_x und NO_2 sowie für die wissenschaftlichen Messgrößen EC, BC, $PN_{30-200nm}$ und $PM_{30-200nm}$ an verschiedenen typischen Messorten in und außerhalb

der Umweltzone bestimmt. Aus Kostengründen können jedoch nicht an jedem Messort alle Messgrößen bestimmt werden. Beginnend ab 2010 kann so die allgemeine Entwicklung der Luftqualität bestimmt werden. Die Entwicklung der Konzentrationen wird dabei von einer Vielzahl von Maßnahmen zur Luftreinhaltung, auf lokaler, regionaler und überregionaler Ebene geprägt und zusätzlich durch die jährlichen Schwankungen der meteorologischen Rahmenbedingungen variiert.

Da eine Umweltzone vorrangig auf die Luftqualität im Umfeld an viel befahrenen Straßen in der Umweltzone wirkt, wird in einem **zweiten Schritt** die festgestellte Immission als Gesamtbelastung an den verkehrsnahen Messstellen einer Verursacheranalyse unterzogen. Über eine Bilanz mit den Ergebnissen der Hintergrundmessstationen kann der Immissionsanteil „Kfz-Verkehr“ an der Straße“ nach dem Lenschow-Ansatz [Lenschow, 2001] abgeschätzt werden.

Für die Partikelmessgrößen ist ein **dritter Schritt** notwendig, um den partikulären Immissionsanteil „Kfz-Verkehr“ in zwei Immissionsanteile zu untergliedern. Es wird zwischen motorbedingtem und nicht motorbedingtem Immissionsanteil unterschieden. Der Immissionsanteil Motor wird durch die Motoremissionen der vorbeifahrenden Fahrzeuge verursacht. Der nicht motorbedingte Immissionsanteil stammt vom Abrieb von Reifen, Fahrbahnbelag und Bremsen, sowie Aufwirbelung von Bodestaub. Diese Partikelemissionen werden von jedem Kraftfahrzeug durch die Bewegung verursacht, unabhängig ob es ein Benzin-, Diesel- oder Elektrofahrzeug ist. An diesem nicht motorbedingten Immissionsanteil kann eine Umweltzone nichts ändern. Ziel der Umweltzone ist es vielmehr, die motorbedingten Emissionen der Fahrzeuge zu reduzieren. Deshalb muss dieser Immissionsanteil Motor für Partikel separat über die wissenschaftlichen Sondermessungen bestimmt werden (Abbildung 2).

Das Messverfahren PM_{10} bestimmt die Masse der Partikel und kann dabei nicht zwischen den motorbedingten und nicht motorbedingten Partikeln unterscheiden. Diese Partikel besitzen jedoch Unterschiede hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung, der optischen Eigenschaft und der Größe. So sind z. B. aufgewirbelte Bodenpartikel heller als die tiefschwarzen Rußpartikel aus dem Motor. Partikel durch Aufwirbelungen von Bodestaub und mechanische Abriebe sind im Wesentlichen größer $1 \mu m$ und damit deutlich größer als Partikel, die direkt aus dem Verbrennungsprozess des Dieselmotors stammen und etwa im Größenbereich von 30 bis 200 nm liegen (Abbildung 2). Deshalb wird mit den wissenschaftlichen Messverfahren der Versuch unternommen, die motorbedingten Partikelemissionen als Immissionsanteil Motor über die Partikelgröße mit den Parametern $PN_{30-200nm}$ und $PM_{30-200nm}$, über die thermische Analyse von Ruß als elementarer Kohlenstoff EC und über die optische Eigenschaft von Ruß als schwarzer Kohlenstoff BC zu selektieren und zu bestimmen.

Der dritte Bericht enthält die umfangreichen Messergebnisse in den Jahren 2012 und 2013 und stellt die Änderungen der Luftqualität im Untersuchungszeitraum von 2010 bis 2013 dar. Die Ermittlung und die jährliche Änderung des Immissionsanteils Motor durch motorbedingten Kfz-Partikelemissionen in Leipzig und Dresden kommt eine zentrale Rolle zu und soll zur Abschätzung der Wirkung der Umweltzone in Leipzig genutzt werden.

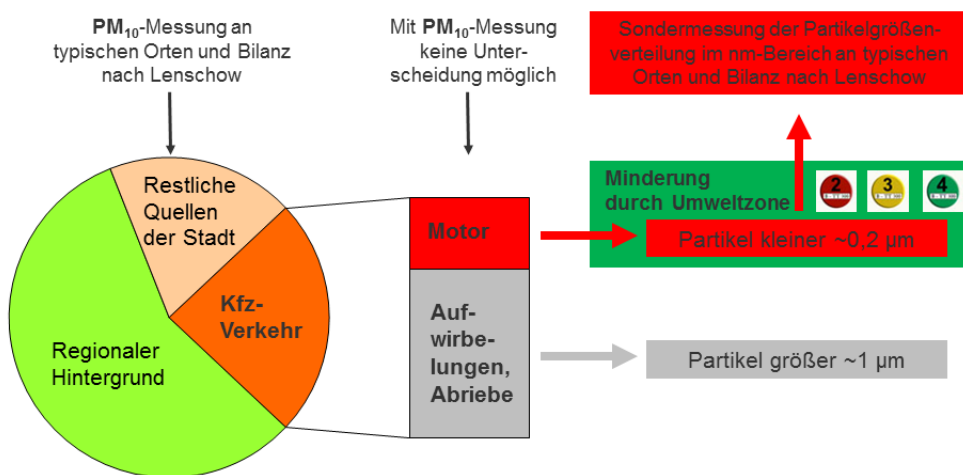


Abbildung 2: Schema der Verursacheranalyse für eine verkehrsnah PM₁₀-Belastung mit Ermittlung des Immissionsanteils Motor durch die Immissionsmessung der Partikelgrößenverteilung

2.2 Durchführung der Messungen 2012 und 2013

Fünf verkehrsnahen Messstationen vom Typ „städtische Straße“ in Leipzig und Dresden standen im Fokus der Untersuchungen (in Tabelle 1 rot unterlegt). Weiterhin waren für die Verursacherbilanz und Einschätzung der meteorologischen Verhältnisse auch Messstationen vom Typ „städtischer Hintergrund“ (gelb) und vom Typ „regionaler Hintergrund“ (grün) beteiligt. Einen Überblick zur Charakteristik der 13 ausgewählten Messstationen vermittelt Tabelle 1. Weitere Details sind in [LfULG, 2012] zu finden.

Nach dem Messkonzept von LfULG und TROPOS wurden die Messungen auch im Jahr 2012 und 2013 fortgesetzt. Zum bisherigen Messprogramm gab es keine Änderungen in der Durchführung der Messungen, bis auf die Einstellung der Kfz-Zählstelle für die Messstation DDN.

Hingegen gab es bei der Auswertung der Messdaten zwei formale Veränderungen. Die Luftgüte-Datenbank in Sachsen wurde von ½ h-Mittelwerten auf 1 h-Mittelwerte als kleinste zeitliche Basisdaten umgestellt. Damit können z. B. mittlere Tagesgänge nur noch mit 1 h-Werten aufgelöst werden. Weiterhin erfolgte in diesem Bericht eine Umstellung der Konzentrationsangaben von Partikelanzahl und BC auf das Volumen im Betriebszustand. Dies ist nun konform mit anderen Richtlinien zur Luftqualität für Partikel, wie z. B. die EU-Norm EN14907 [EN14907, 2010]. In den vorangegangenen Berichten wurden diese Daten noch auf Normbedingungen (0°C, 101,3 kPa) bezogen. Die Daten der Jahre 2010 und 2011 wurden ebenfalls komplett neu berechnet, damit sie vergleichbar sind. Eine Zusammenstellung der Messdaten der Jahre 2010 und 2011 mit Bezug auf Betriebszustand ist in der Anlage 5 zu finden.

Tabelle 1: Messstationen für das Projekt Umweltzone Leipzig in Sachsen

| Gebiet | Messstationsname | Abk. | Messstationstyp und Messortcharakterisierung |
|----------|-----------------------|------|--|
| Leipzig | Leipzig-Mitte | LMI | Städtische Straße , Am Hallischen Tor, Kreuzung Willy-Brandt-Platz, Zentrum, nahe Hauptbahnhof, offene Bebauung, 43.000 Kfz/d mit 3,4 % SV (2010), 110 m über NN |
| | Leipzig-Lützner Str. | LLU | Städtische Straße , Lützner Straße 34, Straßenschlucht, 23.000 Kfz/d mit 3,5 % SV (2010), 115 m über NN |
| | Leipzig-Eisenbahnstr. | LEI | Städtische Straße , Eisenbahnstraße 81, Probenahme etwa 7 m über Straßenniveau, Straßenschlucht, etwa 10.000 bis 12.000 Kfz/d, an Werktagen etwa 4 % Schwerlastverkehr (2009), 130 m über NN, |
| | Leipzig-West | LWE | Städtischer Hintergrund im Westen von Leipzig, Parkanlage, Nikolai-Rumjanzew-Str. 100, 115 m über NN |
| | Leipzig-TROPOS | LTR | Städtischer Hintergrund im Norden von Leipzig, auf dem Dach des dreistöckigen Tropos-Gebäudes, etwa 25 m über Grund, Forschungspark, 130 m über NN |
| Dresden | Dresden-Nord | DDN | Städtische Straße , Schlesischer Platz, lockere, einseitig offene Bebauung, Vorplatz Neustädter Bahnhof, Elbtal, auf nahegelegener Ausfallstraße fahren 36.000 Kfz/d mit 3,5 % SV (2010), 112 m über NN |
| | Dresden-Bergstr. | DDB | Städtische Straße , Bergstraße 78-80, Steigung der Fahrbahn 6 %, Autobahnzubringer, 25.000 Kfz/d mit 3,9 % SV (2010), 150 m über NN |
| | Dresden-Winkelstr. | DDW | Städtischer Hintergrund , Parkanlage und Parkplatz im Hinterhof, Elbtal, 116 m über NN |
| Referenz | Melpitz | MEL | Regionaler Hintergrund , 400 m vom Dorf Melpitz, 50 km nordöstlich von Leipzig, nordwestlich von Dresden, Weide, Flachland, 87 m über NN |
| | Collnberg | COL | Regionaler Hintergrund , östlich von Leipzig und nordwestlich von Dresden, Berg 313 m über NN |
| | Schwartenberg | SWB | Regionaler Hintergrund , Erzgebirge, Etwa 50 km südwestlich von Dresden. Berg 785 m über NN |
| | Radebeul-Wahnsdorf | RWD | Vorstädtischer Hintergrund , Radebeul, Altwahnsdorf 12, nahe Stadtrand von Dresden über Elbtal, 246 m über NN |
| | Brockau | BRO | Regionaler Hintergrund , Südwest-Sachsen, Am Ortsrand von Brockau mit 520 Einwohnern 422 m über NN, |

3 Rahmenbedingungen

3.1 Maßnahmen der Luftreinhaltepläne

Einen Einblick in Maßnahmen der Luftreinhaltepläne in Leipzig und Dresden vermittelt Anlage 1.

Das Jahr 2010 charakterisiert die Ausgangssituation vor der Einführung der Umweltzone in Leipzig. Am 1.3.2011 wurde in Leipzig die Umweltzone sofort mit Stufe „grüne Plakette“ von der Stadt Leipzig angeordnet. Damit durften nur emissionsarme Fahrzeuge große Teile der Stadt Leipzig befahren. Ausnahmeregelungen für ältere Fahrzeuge konnten bei der Stadt beantragt werden. Sie sind jedoch zeitlich begrenzt, so dass im Laufe der Jahre mit einer immer wirkungsvolleren Umweltzone zu rechnen ist.

Gleichzeitig wurden und werden in Leipzig und Dresden weitere Maßnahmen der Luftreinhaltepläne zur Minderung der Luftbelastung umgesetzt.

3.2 Veränderungen im KFZ-Bestand nach Emissionsklassen und Schadstoffgruppen

Die Modernisierung des Fahrzeugbestandes wird in Anlage 2 ausführlich beschrieben. Die Modernisierung erfolgte nicht gleichmäßig in Sachsen. In Leipzig nahm der Bestand an Diesel-Fahrzeugen ohne Partikelfilter gegenüber Dresden und Sachsen überdurchschnittlich ab. Gleichzeitig wurden in Leipzig dreimal so viele PKW und achtmal so viele leichte Nutzfahrzeuge mit Partikelfiltern nachgerüstet wie in Dresden. Insgesamt war der Bestand an Fahrzeugen mit hohen Motoremissionen in Leipzig niedriger als in Dresden und deutlich niedriger als in Sachsen. 2012 waren in Dresden fast viermal so viele Omnibusse mit hohen Motoremissionen wie in Leipzig gemeldet. Der Anteil der Fahrzeuge mit grüner Plakette erreichte in Leipzig Höchstwerte. Die Bereitschaft zur Modernisierung der Fahrzeuge war damit in den letzten Jahren regional unterschiedlich. Die Umweltzone in Leipzig hat die allgemeine Modernisierung der Fahrzeugflotte in Leipzig überdurchschnittlich beschleunigt.

4 Messergebnisse 2010 bis 2013

4.1 Jahresmittelwerte

4.1.1 Verkehrsstärke

Die Ergebnisse von Kfz-Zählstellen der Städte wurden verkehrsnahen Luftgütemessstationen zugeordnet [LfULG, 2013]. Die Verkehrsstärke wird z. B. als durchschnittlich täglicher Verkehr (DTV) angegeben. Die Anzahl der Fahrzeuge pro Tag wird dabei aufsummiert und aus den Tageswerten wird ein Mittelwert für das Jahr gebildet. Dabei werden hier alle Wochentage (Mo-So) berücksichtigt.

Der Gesamtverkehr (Kfz) schließt alle Fahrzeuge ein. Der Schwerverkehr (SV) ist eine Teilmenge vom Gesamtverkehr und umfasst LKW, LKW mit Anhänger, Lastzüge und Busse.

Für den **Gesamtverkehr (Kfz)** an den verkehrsnahen Luftgütemessstationen war über den Zeitraum 2010 bis 2013 eine klare Rangfolge vorhanden. An der Messstation Leipzig-Mitte LMI wurde stets die höchste Verkehrsstärke mit 39.000 bis 49.000 Kfz/d, an DDB (Dresden-Bergstraße) eine mittlere Verkehrsstärke mit rund 25.000 Kfz/d und an LLÜ (Leipzig-Lützner Str.) die niedrigste Verkehrsstärke mit 22.000 bis 11.000 Kfz/d registriert (Abbildung 3, links). Die Entwicklung von 2010 bis 2013 verlief an den Messstationen uneinheitlich. Während der Kfz-Verkehr in Dresden an DDB konstant blieb, wurden in Leipzig an LMI und LLÜ größere Veränderungen ermittelt. Der Gesamtverkehr in Leipzig an LMI war 2013 höher als 2010. Er sank in 2011 zunächst um 10 %, stieg 2012 wieder auf das Niveau von 2010 an und erhöhte sich 2013 auf +12 % gegenüber 2010. An LLÜ reduzierte sich der Verkehr 2011 um 35 % und 2012 weiter um 50 %. Im Folgejahr 2013 war eine Zunahme, aber immer noch - 30 % gegenüber 2010 zu verzeichnen (Abbildung 3, rechts). Die Veränderungen in Leipzig wurden verursacht u. a. durch Baumaßnahmen in der Stadt, durch direkte Straßenbaumaßnahmen und durch das Einfahrverbot in die Umweltzone für einen Teil der Fahrzeuge.

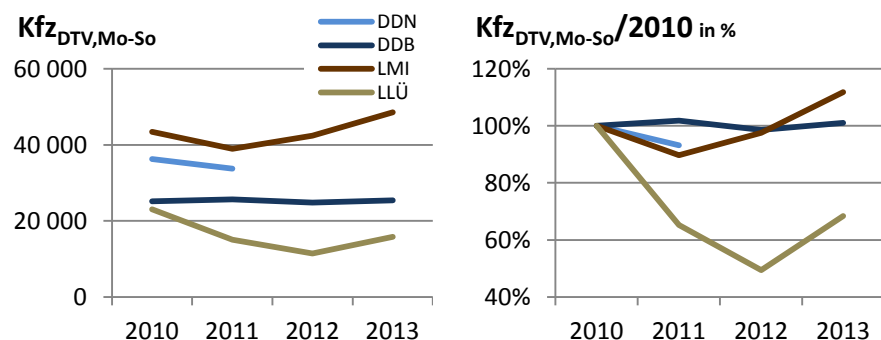


Abbildung 3: Jahresmittelwerte für den Gesamtverkehr (Kfz) von 2010 bis 2013 und dessen relative Änderung gegenüber dem Bezugsjahr 2010

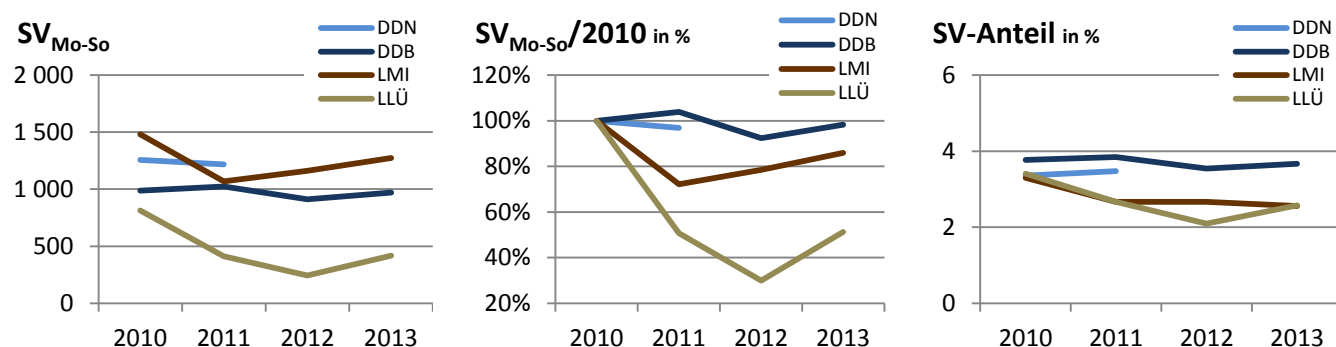


Abbildung 4: Jahresmittelwerte für den Schwerverkehr (SV) und dessen relative Änderung gegenüber dem Bezugsjahr 2010 sowie der Anteil des SV am Gesamtverkehr von 2010 bis 2013

Für den **Schwerverkehr (SV)** gilt die gleiche Rangfolge wie für den Gesamtverkehr. An LMI wurden 1.500 bis 1.100, an DDB etwa 1.000 und an LLÜ 800 bis 400 SV-Fahrzeuge pro Tag registriert (Abbildung 4). Der Schwerverkehr folgte grob der Ent-

wicklung des Gesamtverkehrs (Abbildung 3). An DDB blieb der SV ebenfalls nahezu konstant. An LMI sank der SV 2011 um fast 30 %. In diesem Jahr besaßen 3/4 der SV-Fahrzeuge in Leipzig keine grüne Plakette und waren 2011 vom Einfahrverbot in die Umweltzone erstmalig betroffen [LfULG, 2013]. Die Umweltzone trug damit wesentlich zur Reduzierung des SV bei. Danach stieg der SV kontinuierlich wieder an. Möglicherweise trug der Start der Fernlinienbusse ab Hauptbahnhof Leipzig zum Anstieg 2012 und 2013 bei. Er blieb 2013 jedoch noch 14 % unter dem Niveau von 2010.

An LLÜ erfolgte eine sehr starke Reduzierung des Schwerverkehrs in 2011 um 50 % und 2012 sogar um 70 % gegenüber 2010. 2013 stieg der SV wieder an und erreichte 50 % des Niveaus von 2010. Straßenbaumaßnahmen mit teilweiser Sperrung der Straße waren dort die wesentlichste Ursache für die Veränderungen.

Der Schwerverkehrsanteil war mit kleiner 4 % generell gering. Er war an DDB mit 3,8 % am größten und blieb dort nahezu konstant. An den Leipziger Messstationen sank der Schwerverkehrsanteil von 2010 nach 2013 an LMI von 3,3 % auf 2,6 % und an LLÜ von 3,4 % auf 2,6 % (Abbildung 4, unten rechts).

Das Verkehrs- und Tiefbauamt (VTA) schätzt zur Verkehrszählung in Leipzig ein, dass die allgemeine Kfz-Verkehrsentwicklung der letzten Jahre aufgrund der zahlreichen Baumaßnahmen an zentralen Verkehrstrassen relativ schwierig zu beurteilen ist. An der Stadtgrenze hat das VTA bei einer Vergleichszählung 2013 gegenüber 2007 eine Zunahme des Kfz-Verkehrs um 7 % und einen Rückgang des Lkw-Verkehrs um 10 % festgestellt. Bei den Auequerungen ist zwischen 2010 und 2013 von einer Konstanz beim Kfz-Verkehr und einem Rückgang des Lkw-Verkehrs von 10 bis 15 % auszugehen [Auspurg, 2013].

4.1.2 Gesetzlich vorgegebene Immissionsmessgrößen PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 und NO_x

Zunächst wird ein Überblick über die allgemeine Entwicklung der Luftschadstoffe anhand der gemittelten Konzentrationen an den Messstationstypen gegeben. Danach wird auf die Entwicklung an den einzelnen verkehrsnahen Messstationen eingegangen, um die lokalen Entwicklungen der Belastungen zu diskutieren.

Entwicklung an den Messstationstypen

Bei den Messstationstypen werden die Ergebnisse einzelner Messstationen nach der Messstationstypisierung (Tabelle 1) zusammengefasst. Hier werden die Messstationstypen „städtische Straße“, „städtischer Hintergrund“ und „regionaler Hintergrund“ betrachtet. Die Entwicklung der gemittelten Jahresmittelwerte an den drei Messstationstypen für die Luftschadstoffe PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 und NO_x wird jeweils auf der linken Seite in Abbildung 5 gezeigt.

Die höchsten Konzentrationen waren stets über alle Jahre am Typ „städtische Straße“ vorhanden. Der städtische Hintergrund lag deutlich darunter. Am kleinsten waren die Konzentrationen im regionalen Hintergrund. Für $PM_{2.5}$ waren die Unterschiede zwischen städtischem und regionalem Hintergrund sehr gering.

Der Verlauf der Jahresmittelwerte von 2010 bis 2013 zeigt meist einen leichten Abfall der Konzentrationen. Dabei verlief der Abfall für die einzelnen Luftschadstoffe unterschiedlich. Er war z. B. für NO_2 recht kontinuierlich, aber für PM_{10} mit Schwankungen versehen. So wurde für PM_{10} 2011 eine leichte Erhöhung, 2012 eine deutliche Reduzierung und 2013 wieder eine Erhöhung gegenüber jeweils dem Vorjahr festgestellt. Da für PM_{10} die Schwankungen synchron an den drei Messstationstypen „städtische Straße“, „städtischer Hintergrund“ und „regionaler Hintergrund“ und somit großflächig registriert wurden, ist hier der Einfluss der jährlich schwankenden meteorologischen Rahmenbedingungen auf den PM_{10} -Jahresmittelwert gut zu erkennen, wobei die lokal ergriffenen Maßnahmen zur Luftreinhaltung dabei eher „unter gehen“. Dieser Einfluss erschwert generell die Interpretation von Immissionen.

Die regionale Hintergrundkonzentration wird durch eine sehr große Anzahl an Emissionsquellen unterschiedlicher Art beeinflusst. Es sind regionale und überregionale Quellen, die über den Ferntransport von Luftschadstoffen zu den Immissionen beitragen. Auch sind Anteile durch die Emissionen der Städte Leipzig und Dresden darin enthalten.

Gleichzeitig wird die regionale Hintergrundkonzentration als Grundbelastung im Stadtgebiet nach dem Lenschow-Ansatz interpretiert. Das allgemeine Sinken der regionalen Hintergrundbelastung lieferte damit auch einen Beitrag zur sinkenden Belastung sowohl im städtischen Hintergrund als auch an den städtischen Straßen. Danach wurde die festgestellte Reduzierung an den städtischen Straßen 2013 gegenüber 2010 zu 50 % für PM_{10} , zu 62 % für $PM_{2.5}$ und zu 44 % für NO_x durch die Reduzierung der regionalen Hintergrundbelastung erreicht (Tabelle 2).

Ob die Reduzierung der regionalen Hintergrundbelastung hauptsächlich durch die zufällig günstigen meteorologischen Rahmenbedingungen in 2012 und 2013 verursacht wurde oder ob dies der Beginn einer nachhaltigen Schadstoffkonzentrationsminderung war, kann heute noch nicht beurteilt werden. Diese Bewertung wird in etwa drei bis fünf Jahren (~2017 bis 2019) erwartet.

Entwicklung an einzelnen Messstellen vom Typ „städtische Straße“

Die Jahresmittelwerte 2010 bis 2013 der verkehrsnahen Messstellen werden in Abbildung 5 in der Mitte als absolute und rechts als prozentuale Werte gegenüber dem Bezugsjahr 2010 gezeigt.

Feinstaub PM_{10} reduzierte sich von 2010 bis 2013 an den Messstellen in Dresden (DDN, DDB) und Leipzig (LMI, LLÜ) um etwa 3 bis 4 $\mu g/m^3$ auf rund 90 % des Wertes von 2010. Diese Reduzierung um etwa 10 % war sowohl in Dresden als auch in Leipzig in der gleichen Größenordnung. An DDN, DDB und LLÜ gab es nahezu einen ähnlichen Verlauf der prozentualen Ver-

änderungen vom Bezugsjahr 2010 (=100%) bis 2013. Dabei wurden an LLÜ die deutlichen Änderungen des Kfz-Verkehrs (Kfz - 30 %, SV -50 %) nicht in einer deutlichen PM₁₀-Änderung wieder gefunden. An LMI fielen 2011 und 2012 um 10 % erhöhte Werte gegenüber den anderen Messstationen auf. Diese PM₁₀-Erhöhung konnte maßgeblich auf Baumaßnahmen in der Nähe der Messstationen zurückgeführt werden (vergl. Anlage 5).

Die Jahresmittelwerte für **Feinstaub PM_{2,5}** fielen ebenfalls an den verkehrsnahen Messstationen. Für 2013 wurde in Leipzig an LMI mit -4,3 µg/m³ eine leicht höhere Reduzierung als in Dresden (DDB -2,6 µg/m³, DDN -2,2 µg/m³) gegenüber 2010 registriert (vergl. Tabelle 3).

Für **Stickstoffdioxid NO₂** fielen die Jahresmittelwerte an allen verkehrsnahen Messstationen. An LMI und DDB wurde 2013 ein nahezu ähnlicher Verlauf der höchsten Jahresmittelwerte mit einer leichten Reduzierung um 3 µg/m³ (-6 %) gegenüber 2010 festgestellt. Im Verlauf und in der Reduzierung ist kein Unterschied zu erkennen. An LLÜ sank die NO₂-Konzentration um 20 % sehr deutlich infolge der deutlichen Verkehrsreduzierung. An DDN verringerte sich die NO₂-Konzentration um 14 %.

Für die **Stickoxide NO_x** wurden an DDB die mit Abstand höchsten Jahresmittelwerte auf nahezu konstantem Niveau von 2010 bis 2013 festgestellt. Dies ist plausibel mit den konstant hoch gebliebenen Kfz-Zahlen an DDB. Hingegen wurde an LLÜ die deutliche NO_x-Abnahme durch die deutliche Abnahme der Kfz-Zahlen verursacht. Die NO_x-Werte folgten sehr stark den Kfz-Zählwerten.

4.1.3 Wissenschaftliche Immissionsmessgrößen EC, BC, PN_{30-200nm} und PM_{30-200nm}

Die Entwicklung der Konzentrationen von 2010 bis 2013 wird in Abbildung 6 auf der linken Seite für die Messstationstypen und in der Mitte und rechts für die einzelnen Verkehrsmessstationen gezeigt.

Entwicklung an den Messstationstypen

Am Messstationstyp „städtische Straße“ wurde für alle wissenschaftlichen Sondermessgrößen eine stetige Reduzierung der Jahresmittelwerte festgestellt. Ein zeitweiser Anstieg im Verlauf, wie er für PM₁₀ und NO_x im Jahr 2011 (Abbildung 5) beobachtet wurde, war für EC, BC, PN_{30-200nm} und PM_{30-200nm} nicht vorhanden. Der Abfall von 2010 nach 2013 war jedoch meist stärker. Auch für die Sondermessgrößen wurde ein Sinken der Konzentrationen im regionalen Hintergrund registriert. Während für EC und BC die sinkende Hintergrundbelastung etwa die Hälfte der sinkenden Belastung an der Straße ausmachte, war für die Partikelanzahl PN dieser Beitrag deutlich geringer.

Entwicklung an den einzelnen Messstellen vom Typ „städtische Straße“

An allen fünf verkehrsnahen Messstationen wurde für Ruß als **EC** und **BC** eine deutliche absolute und relative Reduzierung der Jahresmittelwerte dokumentiert. Die mit Abstand höchsten EC-Jahresmittelwerte wurden nach wie vor an DDB registriert. Die höchsten BC-Werte wurden nach wie vor an LMI festgestellt (Abbildung 6). An LMI lagen 2010 die höchsten Werte für PN_{30-200nm} mit knapp 9.000 Partikeln pro cm³ und PM_{30-200nm} mit 5,7 µg/m³ vor. Im Laufe der Jahre sank die absolute Konzentration an LMI schneller als an anderen Messstationen. 2013 erreichten PN_{30-200nm} und PM_{30-200nm} etwa das gleiche Niveau wie an DDN und LEI. Die größten Abnahmen für BC, PN_{30-200nm} und PM_{30-200nm} wurden damit an LMI registriert. Die Konzentrationen dieser drei Sondermessgrößen reduzierten sich übereinstimmend auf rund 70 % des Ausgangsniveaus von 2010. An LMI wurden damit Reduzierungen der Gesamtbelastung für BC, PN_{30-200nm} und PM_{30-200nm} um rund 30 % und für EC um rund 25 % nachgewiesen. Die noch höhere Abnahme für EC an LLÜ wurde durch die extreme Abnahme des Kfz-Verkehrs verursacht.

An den Dresdner Messstationen DDN und DDB wurden ebenfalls eine Abnahme der Rußkonzentration als EC und BC nachgewiesen. Die Größe der Reduzierung fiel in Dresden geringer als in Leipzig aus. An DDN stieg die Partikelanzahl PN_{30-200nm} und PM_{30-200nm} sogar leicht an. Dies deutet auf eine nicht rußende Partikelquelle nahe DDN hin.

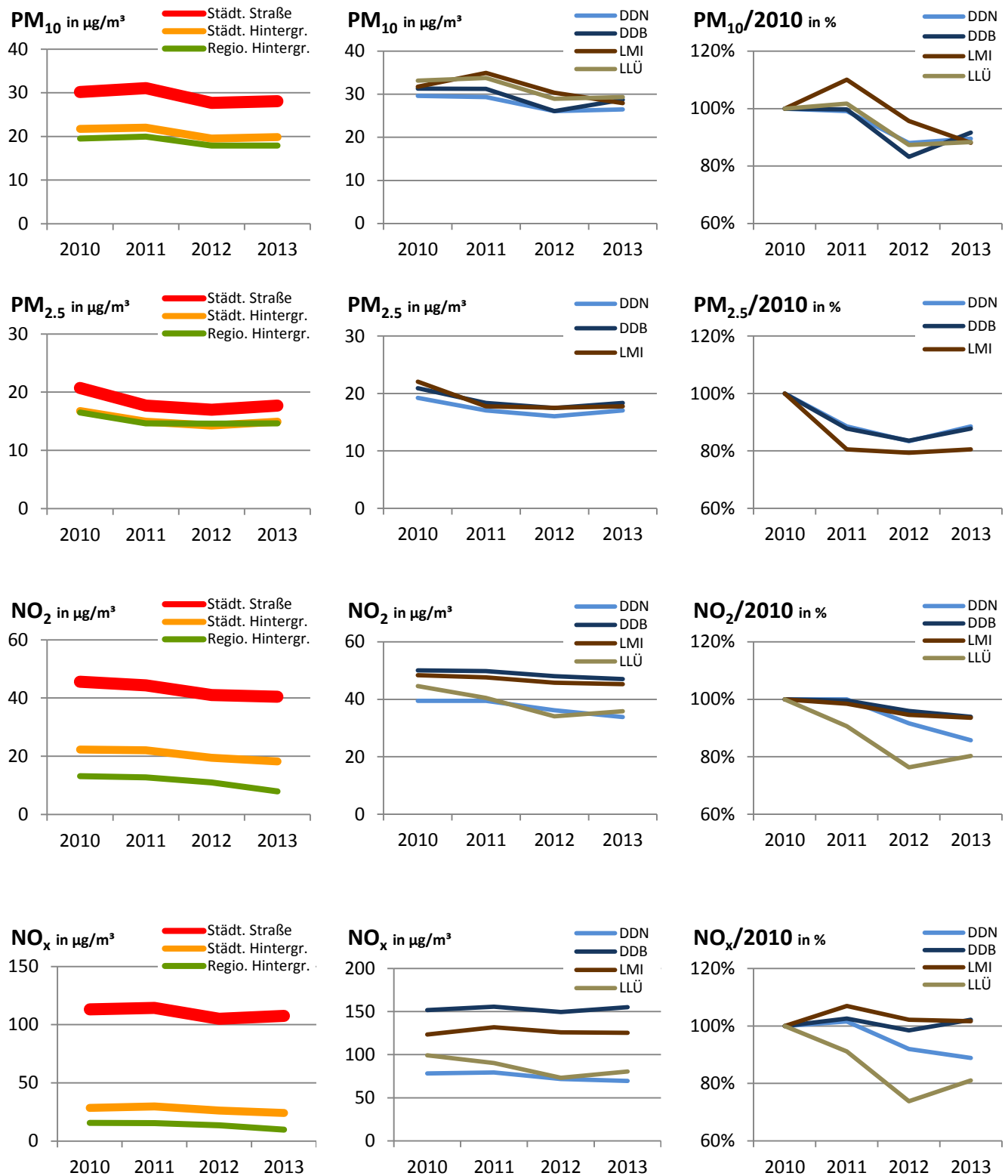


Abbildung 5: Entwicklung der Konzentrationen an den Stationstypen (links), an den straßennahen Messstationen (Mitte) und deren prozentualen Werte gegenüber 2010 (rechts) für die gesetzlich vorgegebenen Immissionsmessgrößen PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂ und NO_x

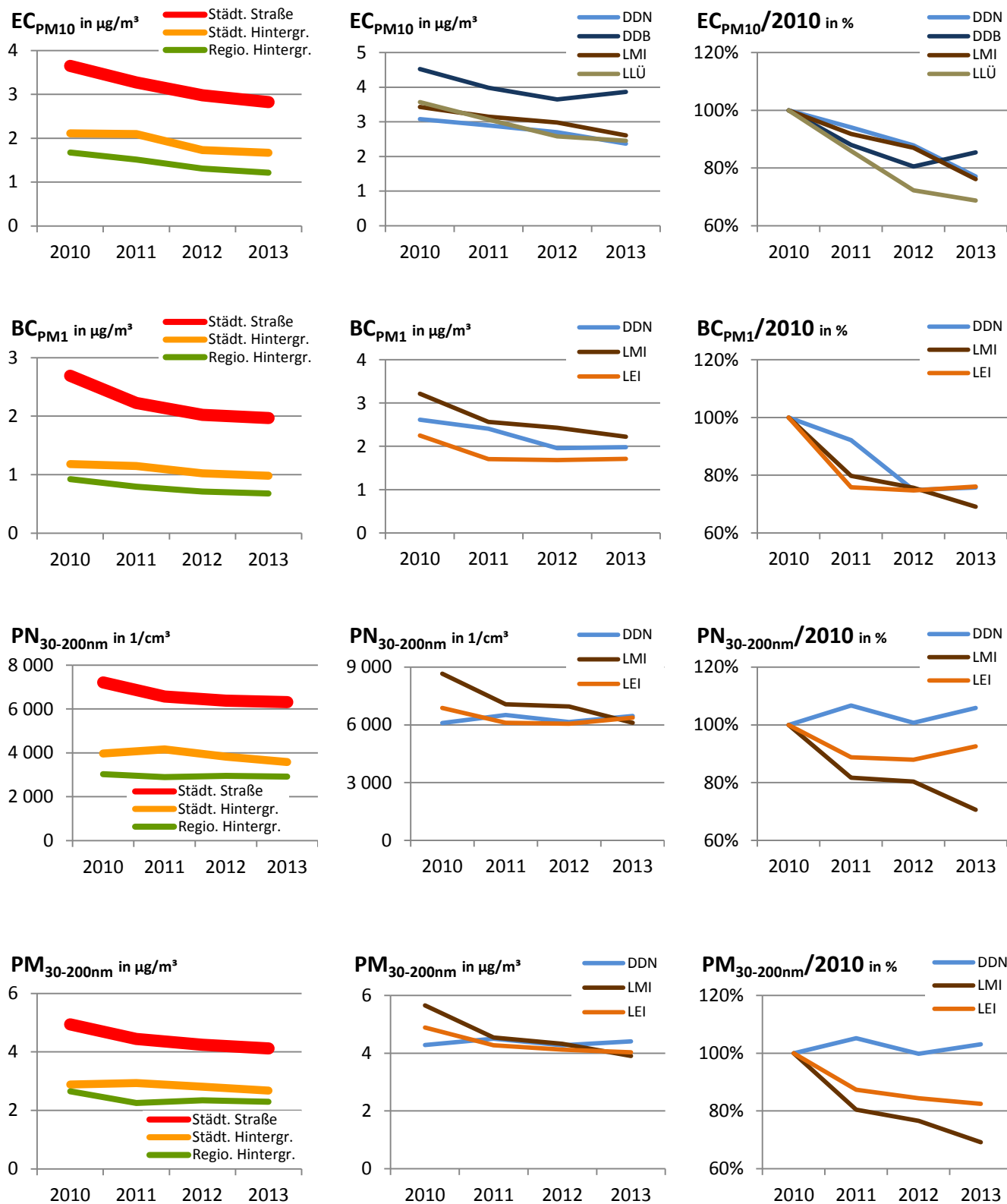


Abbildung 6: Entwicklung der Konzentrationen an den Stationstypen (links), an den straßennahen Messstellen (Mitte) und deren prozentualen Werte gegenüber 2010 (rechts) für die wissenschaftlichen Immissionsmessgrößen EC, BC, PN_{30-200nm} und PM_{30-200nm} von 2010 bis 2013

4.1.4 Änderungen 2013 gegenüber 2010

Nach dem Überblick über die Entwicklung der Jahresmittelwerte sollen nun die Änderungen ausgehend vom Basisjahr 2010 nach dem Jahr 2013 dargestellt und analysiert werden.

Änderung an den Messstationstypen

Zunächst werden die Änderungen an den **Messstationstypen** betrachtet. Die größten Reduzierungen für alle Messgrößen wurden an den städtischen verkehrsnahen Messstationen festgestellt. Mittlere Reduzierungen wurden an Messstationen im städtischen Hintergrund und die meist kleinsten Reduzierungen im regionalen Hintergrund nachgewiesen (Tabelle 2).

Die mittlere **straßennahe Luftqualität** änderte sich 2013 gegenüber 2010

- um $-3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$,
- um $-5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO_2 und NO_x ,
- um $-0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für BC, EC und $\text{PM}_{30-200\text{nm}}$ sowie
- um -900 Partikel pro cm^3 für $\text{PN}_{30-200\text{nm}}$.

Die Gesamtbelastung an der Straße reduzierte sich im Mittel um 12 % für PM_{10} , um 17 % für $\text{PM}_{2,5}$, um 14 % für NO_2 , um 8 % für NO_x , um 31 % für EC, um 36 % für BC, um 12 % für $\text{PN}_{30-200\text{nm}}$ und um 17 % für $\text{PM}_{30-200\text{nm}}$.

Die geringere Luftbelastung an der Straße wurde zum Teil durch eine geringere regionale Hintergrundbelastung mit verursacht. Die gesunkene Hintergrundbelastung hatte je nach Messgröße einen Anteil von 12 bis 62 % an der Reduzierung der verkehrsnahen Belastung (Tabelle 2). Der Einfluss der regionalen Hintergrundbelastung war für $\text{PM}_{2,5}$ am größten und für $\text{PN}_{30-200\text{nm}}$ am kleinsten.

Die Jahresmittelwerte werden auch von den jährlich schwankenden meteorologischen Bedingungen beeinflusst. Sowohl der Ausstoß von Luftschadstoffen, wie z. B. durch verstärktes Heizen bei tiefen Temperaturen als auch deren Ausbreitung in der Atmosphäre sind unmittelbar mit den Wetterbedingungen verbunden. Das Jahr 2013 war meteorologisch gesehen etwas zu mild, die Niederschläge fielen reichlich und die Sonne schien zu wenig gegenüber der Klimareferenzperiode 1961-1990 [LfULG, 2014]. Damit war 2013 eher ein meteorologisch günstiges Jahr für die Luftschadstoffe. Die ausgewiesenen Reduzierungen der Luftschadstoffe sind daher auch zu einem gewissen Anteil auf die günstige Meteorologie in 2013 zurückzuführen.

Änderung an den verkehrsnahen Messstationen

Die absolute und relative Änderung der Jahresmittelwerte an den einzelnen fünf verkehrsnahen Messstellen sind in Tabelle 3 aufgelistet. Die maximale Reduzierung pro Messgröße ist braun unterlegt. Maximale Reduzierungen wurden ausschließlich in Leipzig an LMI und LLÜ registriert. In Dresden gab es ebenfalls meist Reduzierungen, die jedoch nicht so groß wie in Leipzig waren.

Bei der Interpretation dieser Daten ist jedoch zu beachten, dass kleine Änderungen sehr unsicher sind durch die jährlich schwankenden meteorologischen Rahmenbedingungen und die vorhandene Messunsicherheit. Deshalb wurden Ergebnisse mit Änderungen kleiner 15 % entfernt, um den Blick auf wesentliche Änderungen zu schärfen. Auch an der so neu entstandenen Tabelle 4 ist nun zu erkennen, dass eine wesentliche Reduzierung des Verkehrs an LLÜ statt fand. In Verbindung mit der Umweltzone Leipzig ergab dies folgerichtig den Ausschlag für die größte Reduzierung von NO_2 , NO_x und EC an LLÜ. An LLÜ werden jedoch nicht alle Größen gemessen.

Von der Messgrößenpalette her sind die Messstationen Dresden DDN und Leipzig LMI vergleichbar. An LMI war die Reduzierung von Ruß EC mit $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ größer als an DDN mit $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Auch die Reduzierung von Ruß BC war an LMI mit $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ größer als an DDN mit $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Reduzierung von $\text{PN}_{30-200\text{nm}}$ war an LMI mit $2.500 \text{ P}/\text{cm}^3$ deutlich größer als an DDN. An DDN fand sogar eine Erhöhung der Partikelanzahl statt. Da die Rußmessgrößen EC und BC an DDN eine Reduzierung anzeigten, muss die Partikelanzahlerhöhung auf einen Zuwachs an Nicht-Rußpartikeln zurückgeführt werden.

Die Massenänderung für die Messgrößen, die besonders empfindlich hinsichtlich der Kfz-Motoremissionen sind, wurden in Abbildung 12 dargestellt. Danach wurden die größeren Reduzierungen in Leipzig an LMI als in Dresden an DDN registriert. Die prozentualen Reduzierungen an LMI reichten von 24 bis 31 %, hingegen in Dresden an DDN von 0 bis 24 %.

An den verkehrsnahen Messstationen in der Umweltzone in Leipzig wurden die größten absoluten und relativen Reduzierungen für Ruß EC, Ruß BC, Partikelanzahl $\text{PN}_{30-200\text{nm}}$ und Partikelmasse $\text{PM}_{30-200\text{nm}}$ in 2013 gegenüber 2010 nachgewiesen. In Dresden traten für Ruß auch Reduzierungen ein, die jedoch kleiner als in Leipzig waren.

Tabelle 2: Rechnerische Änderung der Jahresmittelwerte an den drei Messstationstypen 2013 gegenüber 2010 und der Anteil Δ RHG am Δ SST

| Messstationstyp | Δ Städtische Straße (Δ SST) | Δ Städtischer Hintergrund | Δ Regionaler Hintergrund (Δ RHG) | Δ RHG / Δ SST |
|--|--|----------------------------------|---|-----------------------------|
| PM ₁₀ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | -3,3 | -1,9 | -1,7 | 50 % |
| PM _{2,5} in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | -3,0 | -1,8 | -1,9 | 62 % |
| NO ₂ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | -5,2 | -4,1 | -2,2 | |
| NO _x in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | -5,5 | -4,4 | -2,5 | 44 % |
| EC _{PM10} in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | -0,82 | -0,44 | -0,46 | 56 % |
| BC _{PM1} in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | -0,72 | -0,20 | -0,25 | 34 % |
| PN _{30-200nm} in 1/cm ³ | -902 | -384 | -108 | 12 % |
| PM _{30-200nm} in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | -0,82 | -0,20 | -0,36 | 44 % |

Tabelle 3: Rechnerische Änderung der Jahresmittelwerte 2013 gegenüber dem Bezugsjahr 2010

| Messstation | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI |
|--|-------|-------|--------|--------|-------|
| PM ₁₀ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | -3,1 | -2,6 | -3,8 | -3,9 | |
| PM _{2,5} in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | -2,2 | -2,6 | -4,3 | | |
| NO ₂ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | -5,6 | -3,1 | -3,1 | -8,8 | |
| NO _x in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | -8,7 | 3,3 | 2,0 | -18,8 | |
| EC _{PM10} in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | -0,71 | -0,66 | -0,82 | -1,12 | |
| BC _{PM1} in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | -0,63 | | -0,99 | | -0,54 |
| PN _{30-200nm} in 1/cm ³ | 355 | | -2.546 | | -515 |
| PM _{30-200nm} in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 0,13 | | -1,74 | | -0,86 |
| Kfz pro Tag | | 254 | 5.117 | -7.291 | |
| SV pro Tag | | -18 | -208 | -396 | |

| DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| -10 % | -8 % | -12 % | -12 % | |
| -11 % | -12 % | -19 % | | |
| -14 % | -6 % | -6 % | -20 % | |
| -11 % | 2 % | 2 % | -19 % | |
| -23 % | -15 % | -24 % | -31 % | |
| -24 % | | -31 % | | -24 % |
| 6 % | | -29 % | | -7 % |
| 3 % | | -31 % | | -18 % |
| | 1 % | 12 % | -32 % | |
| | -2 % | -14 % | -49 % | |

Tabelle 4: Wesentliche Änderung der Jahresmittelwerte 2013 gegenüber 2010

| Messstation | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI |
|--|------|------|--------|--------|------|
| PM ₁₀ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | | | |
| PM _{2,5} in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | -4 | | |
| NO ₂ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | | -9 | |
| NO _x in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | | -19 | |
| EC _{PM10} in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | -0,7 | -0,7 | -0,8 | -1,1 | |
| BC _{PM1} in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | -0,6 | | -1,0 | | -0,5 |
| PN _{30-200nm} in 1/cm ³ | | | -2.500 | | |
| PM _{30-200nm} in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | -1,7 | | -0,9 |
| Kfz pro Tag | | | | -7.300 | |
| SV pro Tag | | | | -400 | |

| DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | -19 % | | |
| | | | -20 % | |
| | | | -19 % | |
| -23 % | -15 % | -24 % | -31 % | |
| -24 % | | -31 % | | -24 % |
| | | -29 % | | |
| | | -31 % | | -18 % |
| | | | -32 % | |
| | | | -49 % | |

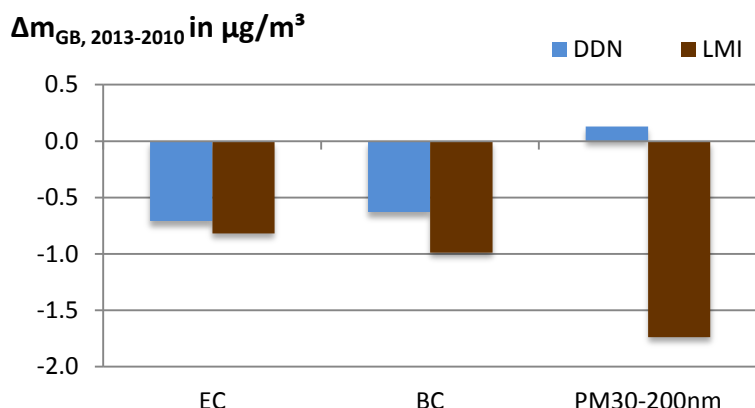


Abbildung 7: Änderung der Immission für die Partikelmasse von EC, BC und sehr kleiner Partikel an den straßen-nahen Messstationen in Leipzig (LMI) und Dresden (DDN) 2013 gegenüber 2010

4.2 Mittlerer Wochengang

4.2.1 Messstationstypen

Der mittlere Tagesgang von Montag bis Sonntag - kurz mittlerer Wochengang - ist eine statistische Auswertung, um ein allgemeingültiges Muster (Signatur) der Wochentage darzustellen. Dabei gehen alle 1 h-Messdaten eines Jahres ein. Die hohe zeitliche Auflösung der Messdaten ermöglicht die Interpretation von Tagesverläufen der Konzentration.

In Abbildung 8 wird dieser mittlere Wochengang für die Überwachungsgrößen NO_2 und PM_{10} und die Sondermessgrößen $\text{BC}_{\text{PM}1}$ und $\text{PN}_{30-200\text{nm}}$ für die drei Messstationstypen gezeigt. Es ist zu erkennen, dass im regionalen Hintergrund die geringsten Konzentrationen registriert wurden. Im städtischen Hintergrund (Hinterhof, Parks) waren die Konzentrationen höher. Die höchsten Konzentrationen wurden am Rand von viel befahrenen Straßen gemessen. In den frühen Morgenstunden treten dabei die geringsten Konzentrationen auf, da sehr wenige Fahrzeuge fahren. Die morgendliche Hauptverkehrszeit mit extrem vielen Fahrzeugen verursacht einen steilen Anstieg der Konzentrationen. Mittags wird meist ein lokales Minimum auf hohem Niveau registriert. Abends sinken die Konzentrationen mit dem nachlassenden Verkehr.

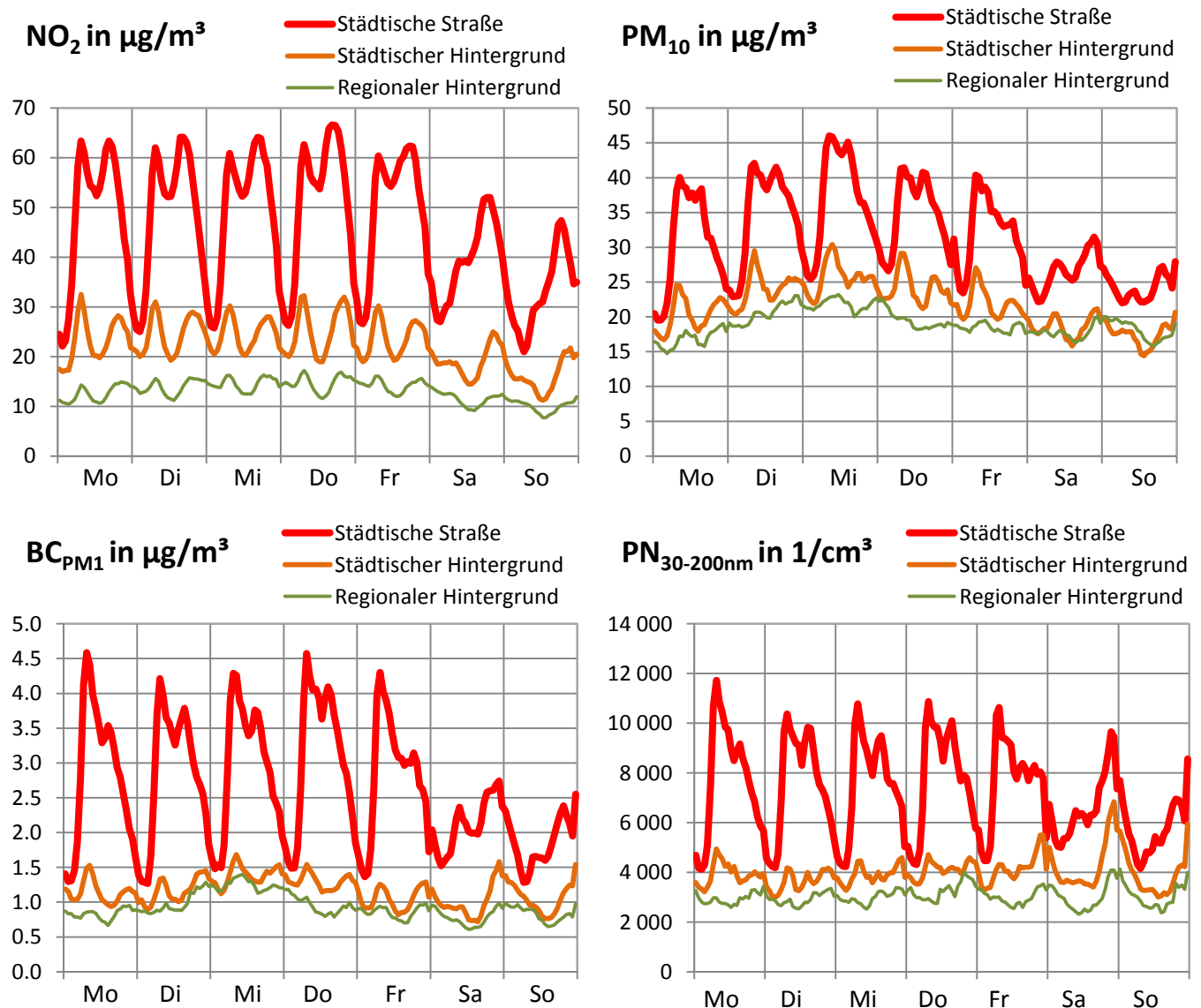


Abbildung 8: Mittlerer Wochengang 2010 für das Gas NO_2 und die Partikel PM_{10} , Ruß- $\text{BC}_{\text{PM}1}$ und $\text{PN}_{30-200\text{nm}}$ für die drei Messstationstypen

4.2.2 Entwicklung an den einzelnen Messstationen

Der mittlere Wochengang für die vier Jahre von 2010 bis 2013 wird im Anhang 7 für jede einzelne Messstation dargestellt. Es wird die Entwicklung für die Kfz-Zahlen mit Gesamtverkehr (Kfz) und der Teilmenge Schwerverkehr (SV), die Luftschadstoffe für die Gase NO_2 und NO_x sowie für die Partikel PM_{10} , Ruß-BC und Partikelanzahl $\text{PN}_{30-200\text{nm}}$ gezeigt. Im Gegensatz dazu wird hier im Text nur auf eine Messstation eingegangen.

Die Ergebnisse zur wichtigsten Messstation in der Leipziger Umweltzone **Leipzig-Mitte (LMI)** werden in den Abbildung 9 bis Abbildung 11 dargestellt.

Der **Gesamtverkehr (Kfz)** erreichte 2013 sowohl Montag bis Freitag als auch Samstag und Sonntag nahezu zu jeder Tageszeit die höchsten Werte gegenüber den drei voran gegangenen Jahren. Es ist keine auffällige zeitliche Verschiebung des Gesamtverkehrs an einzelnen Tagen zu erkennen (Abbildung 9).

Der **Schwerverkehr (SV)** war im Gegensatz dazu 2010 am höchsten. Hier waren im Zeitraum von 9 bis 23 Uhr konsequent an allen Tagen der Woche mehr schwere Fahrzeuge unterwegs als 2011 bis 2013. 2011 war der SV am kleinsten.

Am zeitlichen Verlauf der hohen **NO_2 -** und **NO_x -Belastung** von Montag bis Freitag änderte sich von 2010 bis 2013 wenig (Abbildung 10).

Im Gegensatz dazu unterlagen die hohen **PM_{10} -Belastungen** von Montag bis Freitag deutlichen Veränderungen in Höhe und Zeit in den einzelnen Jahren (Abbildung 11). Zeitliche Verschiebungen waren z. B. am Montag für 2010 und 2013 erkennbar. Die maximalen Belastungen tauschten Montag und Dienstag für 2010 und 2013. Die hohen Tageskonzentrationen in 2010 und 2011 gingen 2012 deutlich zurück und waren 2013 noch niedriger. Dies lag im Wesentlichen an der Prägung durch die Jahresmittelwerte der PM_{10} -Hintergrundkonzentration (Abbildung 5). Während die Tagesmaxima von Montag bis Freitag 2012 und 2013 fielen, stiegen sie 2011 und 2012 samstags über das Niveau von 2010 an. Eine genaue Ursache (geänderte Verkehrsführung, verändertes Freizeit- und Einkaufsverhalten) dafür war nicht feststellbar. Die vorhandene PM_{10} -Reduzierung durch die Umweltzone (Kap 4.3) wurde für den Verlauf der Feinstaubbelastung PM_{10} als Gesamtbelastung durch die genannten stärkeren Einflussgrößen „verwaschen“.

Für **Ruß-BC** und **Partikelanzahl von 30 bis 200 nm großen Partikeln ($\text{PN}_{30-200\text{nm}}$)** wurden in der morgendlichen Hauptverkehrszeit (7 bis 8 Uhr) die maximalen Konzentrationen der Tage stets von Montag bis Freitag festgestellt. Dies gilt für alle vier Jahre. Von 2010 an gingen diese Maximalwerte 2011 sehr deutlich, aber auch 2012 und 2013 weiter kontinuierlich zurück. So reduzierte sich der Maximalwert von Ruß-BC (7 - 8 Uhr) von $6,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 2010 auf $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und damit um mehr als 50 %. Auch für die Partikelanzahl reduzierte sich das Maximum von $18.000 \text{ Partikel}/\text{cm}^3$ auf $7.700 \text{ Partikel}/\text{cm}^3$ und damit um mehr als 50 %. Dies ist eine Wirkung der Umweltzone, da ab 2011 deutlich weniger emissionsreiche Fahrzeuge das Stadtgebiet von Leipzig befahren durften. 2011 war die Reduzierung der Konzentrationen im Wesentlichen ein Ergebnis der reduzierten Anzahl von fahrenden Kraftfahrzeugen. 2013 stieg jedoch die Gesamtzahl der Fahrzeuge wieder auf das Ausgangsniveau 2010 an und dennoch wurden deutlich geringere Konzentrationen von Montag bis Freitag registriert. Die Lücke von 2011 wurde also 2013 durch deutlich modernere, emissionsärmere Fahrzeuge aufgefüllt. Neufahrzeuge mit Partikelfiltern belasten die Außenluft mit der Partikelanzahl im Verhältnis 1:300 weniger [Kirchner, 2010].

Während im Tagesverlauf Montag bis Freitag sehr deutliche absolute Verbesserungen für Ruß-BC und Partikelanzahl nachweisbar waren, fielen die Änderungen am Wochenende geringer aus.

Mit $\text{BC}_{\text{PM}1}$ und $\text{PN}_{30-200\text{nm}}$ werden zwei unabhängige Messverfahren zur empfindlichen Beurteilung von Veränderungen sehr kleiner Partikel in der Außenluft bereitgestellt. Beide Messgrößen messen verschiedene Messobjekte. Dennoch ist an der verkehrsnahen Messstelle der Konzentrationsverlauf des Wochenganges, einschließlich der Veränderungen der einzelnen Jahre zwischen $\text{BC}_{\text{PM}1}$ und $\text{PN}_{30-200\text{nm}}$ sehr ähnlich.

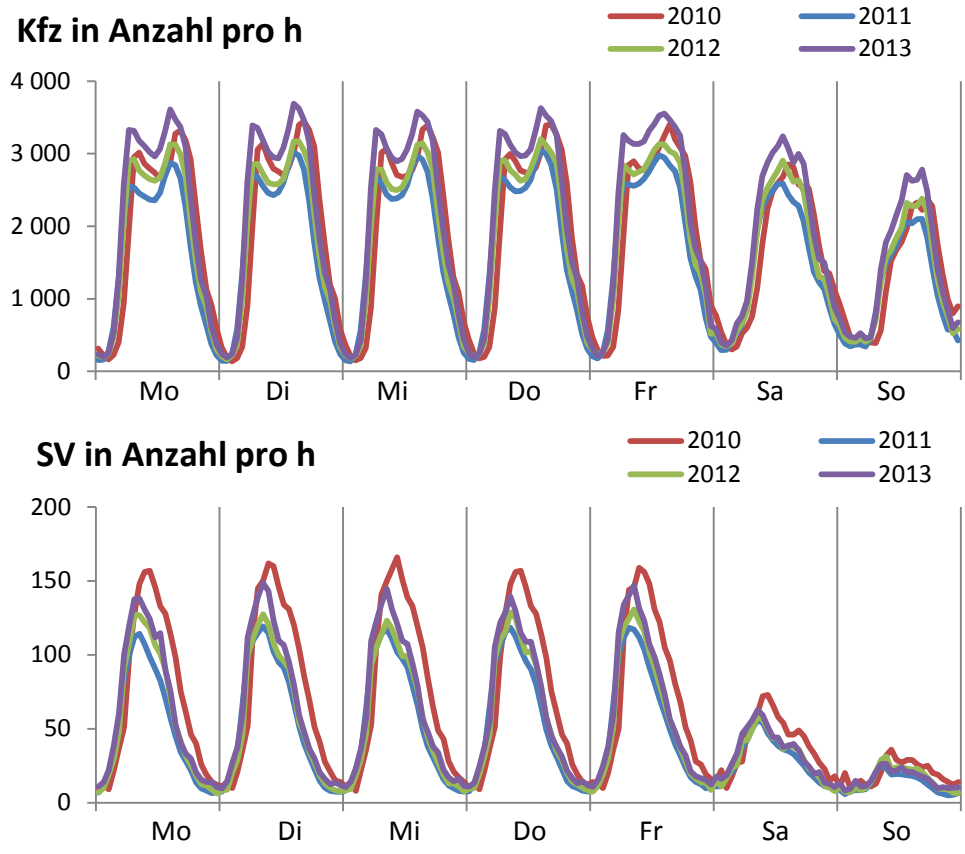


Abbildung 9: Entwicklung des mittleren Tagesganges der Woche an der verkehrsnahen Messstation Leipzig-Mitte von 2010 bis 2013 für die Kfz-Zahlen mit Gesamtverkehr (Kfz) und Teilmenge Schwerverkehr (SV)

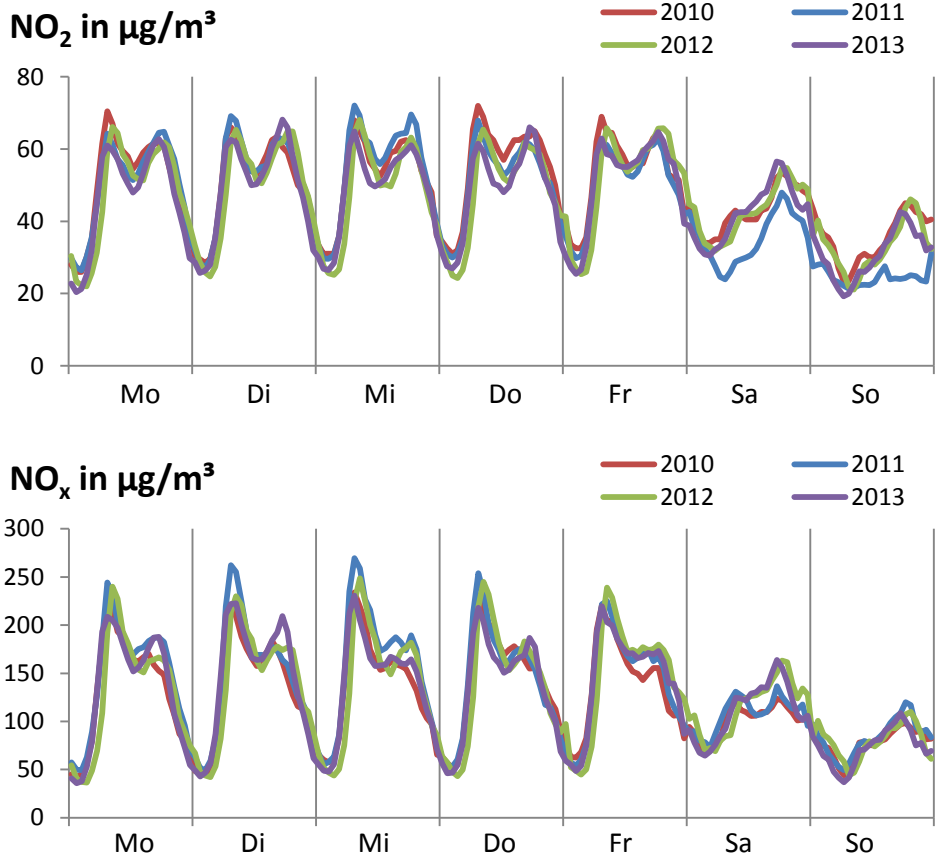


Abbildung 10: Entwicklung des mittleren Tagesganges der Woche an der verkehrsnahen Messstation Leipzig-Mitte von 2010 bis 2013 für die Gase NO₂ und NO_x

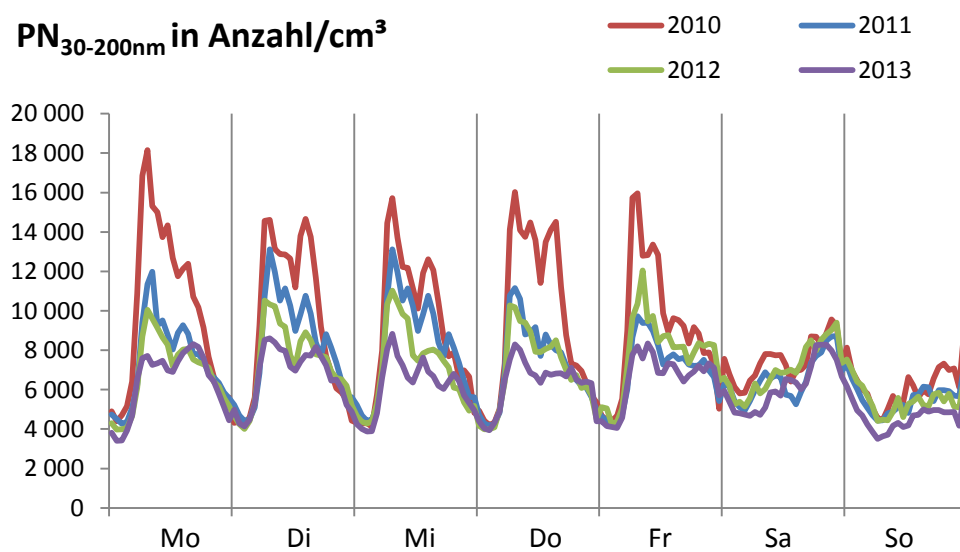
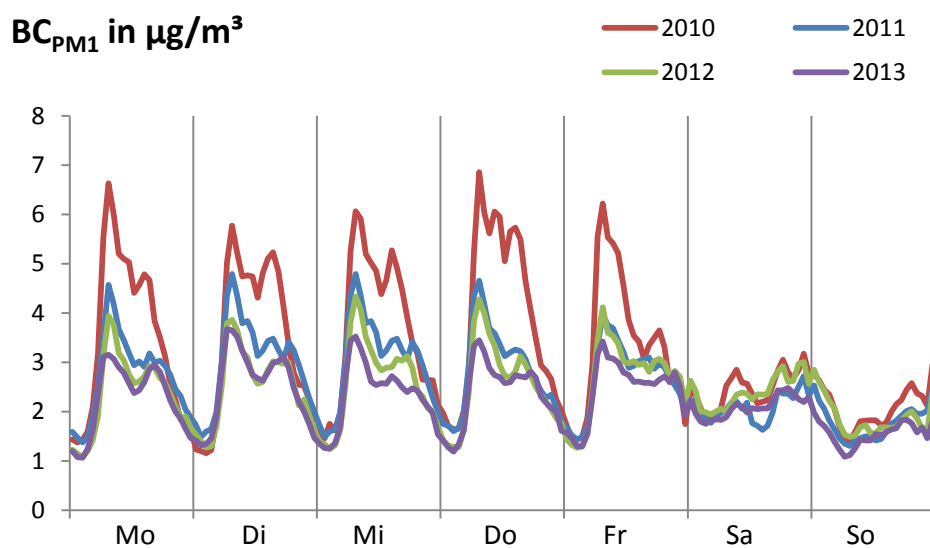
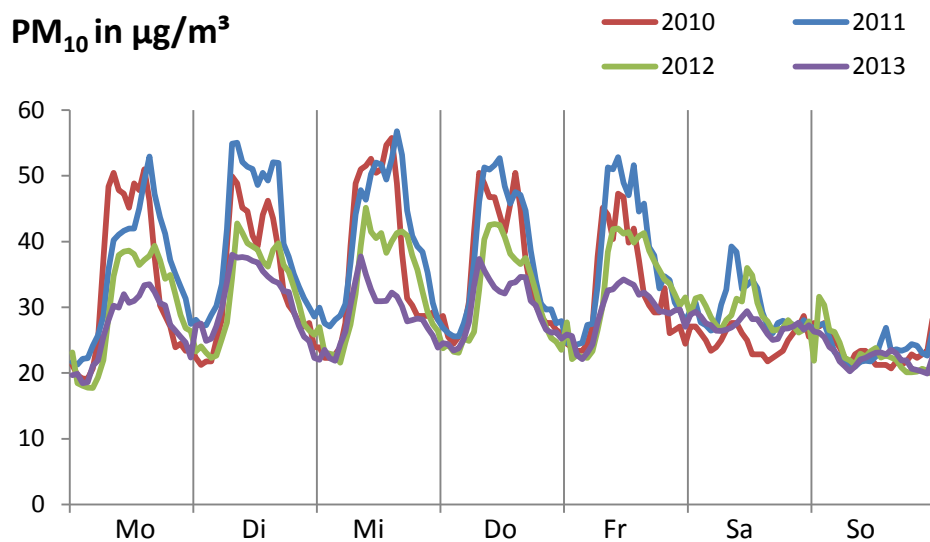


Abbildung 11: Entwicklung des mittleren Tagesganges der Woche an der verkehrsnahen Messstation Leipzig-Mitte von 2010 bis 2013 für Partikel Gesamtmasse PM₁₀, Teilmasse Ruß-BC_{PM1} und Partikelanzahl PN_{30-200nm}

4.3 Immissionsanteil Motor der Fahrzeuge

4.3.1 Bestimmungsmethode

In den Kapiteln 4.1 und 4.2 wurde stets die Gesamtbelastung betrachtet, die durch eine Vielzahl verschiedener Quellen entstanden ist. Diese Gesamtbelastung (= Immission) kann durch eine Verursacheranalyse in einzelne Verursacheranteile (= einzelne Immissionsanteile) aufgegliedert werden. Ein Verursacheranteil ist z. B. der Immissionsanteil Motor, der an einer verkehrsnahen Messstelle durch die Motoremissionen der vorbeifahrenden Fahrzeuge entsteht. Ziel der Umweltzone ist es, diesen Immissionsanteil Motor durch verbesserte Abgasreinigungssysteme moderner Fahrzeuge zu reduzieren. Der Immissionsanteil für Partikel durch Aufwirbelungen und Abriebe durch die Bewegung der Fahrzeuge bleibt dabei unberücksichtigt, da es nicht Ziel einer Umweltzone ist die Mobilität einzuschränken (Abbildung 2).

Bei der Verursacheranalyse wurde der Lenschow-Ansatz [Lenschow, 2001] für Jahresmittelwerte genutzt. Von der gemessenen Gesamtbelastung (GB) an der verkehrsnahen Messstation wird dabei der allgemeine Hintergrundanteil, der an den städtischen Hintergrundmessstationen gemessen wurde, abgezogen. Dabei erfolgt gleichzeitig eine gewisse Korrektur der jährlichen Schwankungen durch den Einfluss der Meteorologie. Es ist eine Schätzung für Jahresmittelwerte [LfULG, 2012]. Nach dem Lenschow-Ansatz bezieht sich der ermittelte Immissionsanteil Motor nur auf die Motoremissionen der an der verkehrsnahen Messstation vorbeifahrenden Fahrzeuge (Abbildung 2).

Der Immissionsanteil Motor kann für verschiedene Messgrößen ermittelt werden. Eine einzelne Messgröße bildet dabei jeweils nur einen spezifischen Teil der komplexen Motoremissionen ab. Annahmen zur Bestimmung des Immissionsanteils Motor werden in Anlage 8 dargestellt.

4.3.2 Prüfung der Messgrößen auf Eignung

Der Immissionsanteil Motor für Feinstaub PM_{10} und $PM_{2,5}$ lag bei etwa 10 % der Gesamtbelastung (Abbildung 12). Für PM_{10} und $PM_{2,5}$ wurde der größte Teil der Belastung (~90 %) durch andere Quellen verursacht, wie z. B. durch Aufwirbelungen und Abriebe vom Verkehr, Industrie- und Heizungsemissionen sowie Partikelferneintrag. Die kleinen Werte für den Immissionsanteil Motor sind nahe an der Messunsicherheit des Messverfahrens (Anlage 2). Die Ergebnisse sind damit sehr unsicher. Deshalb wurde auf eine weitere Auswertung verzichtet.

Der Immissionsanteil Motor für NO_x , EC, BC, $PN_{30-200nm}$ und $PM_{30-200nm}$ wird hingegen deutlich empfindlicher abgebildet. Der Anteil an der Gesamtbelastung lag meist bei 25 % bis 50 %, für NO_x sogar bei 50 % bis 85 % (Abbildung 12). Veränderungen durch Verkehrsbezogenen Maßnahmen hinsichtlich der Reduzierung der Motoremissionen können durch diese Messgrößen empfindlicher und damit auch sicherer dargestellt werden. Die Messgrößen NO_x , EC, BC, $PN_{30-200nm}$ und $PM_{30-200nm}$ sind deshalb für eine Bewertung der Wirkung einer Umweltzone besonders geeignet.

4.3.3 Ergebnisse

Überblick

Der erste, grobe Trend der Jahresmittelwerte für den Immissionsanteil Motor ist für Partikel und Gas am Stationstyp „städtische Straße“ unterschiedlich (Abbildung 13, links). Von 2010 bis 2014 wurde für die Partikel (ΔEC , ΔBC , $\Delta PN_{30-200nm}$, $\Delta PM_{30-200nm}$) eine mittlere Reduzierung und für die Stickoxide (ΔNO_x) eine Stagnation festgestellt. Dies bestätigt Prüfstandergebnisse moderner Dieselfahrzeugen, die eine deutliche Partikelreduzierung besitzen [Kirchner, 2010], aber keine NO_x -Reduzierung im realen Betrieb aufweisen [Hausberger, 2010].

Immissionsanteil Motor ΔNO_x und Kfz-Zahlen

Die Entwicklung des Immissionsanteil Motor ΔNO_x korrespondiert gut mit der Entwicklung der Kfz-Zählergebnisse (Abbildung 14). An DDB wurden von 2010 bis 2013 nahezu konstante Kfz-Zahlen registriert. Auch der Immissionsanteil ΔNO_x blieb dort weitgehend konstant und war mit $125 \mu g/m^3$ der höchste aller Stationen. An LLÜ hingegen wurde 2011 und 2012 ein deutlicher Einbruch der Kfz- und SV-Zahlen ermittelt und auch der Immissionsanteil Motor für ΔNO_x wurde kleiner. Der relative Verlauf der drei Größen ΔNO_x , Kfz und SV ist an LLÜ ähnlich und erscheint plausibel. An LMI sind insbesondere in 2011 größere Abweichungen von ΔNO_x , Kfz und SV zu erkennen, die 2012 und 2013 geringer werden. Möglicherweise sind die Kfz-Zählergebnisse während der Straßenbauvorhaben mit einer vergrößerten Unsicherheit behaftet. An DDN konnte die Kfz-Zählung leider nicht fortgeführt werden.

Unter der Annahme, dass sich die NO_x -Emissionen innerhalb der Fahrzeugflotte in dem hier betrachteten Zeitraum kaum geändert haben, kann der Parameter Immissionsanteil ΔNO_x benutzt werden, um eine grobe Einschätzung zu geben, ob sich Verkehrszahlen erhöht oder erniedrigt haben, auch wenn an einer verkehrsnahen Messstation keine oder keine soliden Verkehrszählergebnisse vorliegen.

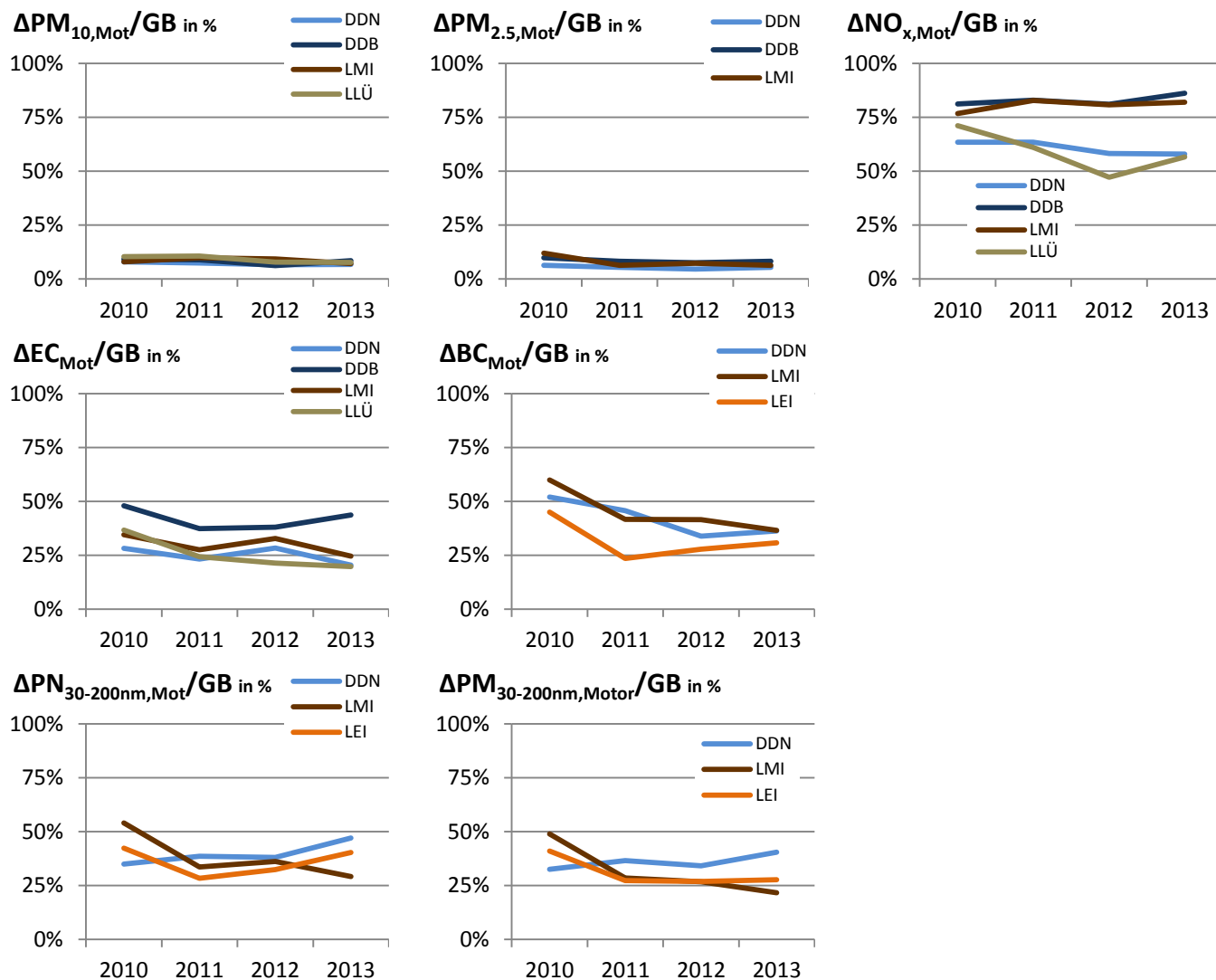


Abbildung 12: Prozentualer Anteil des Immissionsanteils Motor an der Gesamtbelastung (GB) für die Überwachungsgrößen PM_{10} , $PM_{2.5}$ und NO_x und die ergänzenden wissenschaftlichen Sondermessgrößen EC, BC, $PN_{30-200nm}$ und $PM_{30-200nm}$ an den verkehrsnahen Messstellen von 2010 bis 2013

Immissionsanteil Motor ΔEC_{Motor}

An der Dresdner Messstation DDB wurde der höchste Immissionsanteil Motor mit rund $2 \mu g/m^3$ ΔEC_{Motor} von 2010 bis 2013 ermittelt (Abbildung 13, oben, Mitte). Er war doppelt so hoch wie an den anderen Messstationen. An DDB sank der Immissionsanteil 2011 und 2012 auf 80 % und stieg 2013 auf 90 % des Niveaus von 2010. Die Kfz-Zahlen waren konstant und auch die relative Reduzierung 2013 mit 10 % ΔEC_{Motor} am geringsten gegenüber den anderen Messstationen mit 30 bis 51 % (Tabelle 5). Die anderen Messstationen (DDN, LMI, LLÜ) waren nur etwa halb so stark durch Motoremissionen belastet, aber der Immissionsanteil reduzierte sich 2013 deutlich mehr als an DDB (Abbildung 13). Die größte Reduzierung ΔEC_{Motor} wurde in Leipzig an der Messstation LLÜ auf 51 % des Niveaus von 2010 registriert. In 2011 und 2012 ging sie einher mit der deutlichen Verringerung der Verkehrszahlen für Kfz und SV (vergl. Abbildung 14). In 2013 fiel der Immissionsanteil Motor ΔEC_{Motor} an LLÜ weiter, obwohl die Kfz-Zahlen für Kfz und SV wieder anstiegen. Dies zeigte, dass in Leipzig der Mehrverkehr 2013 mit moderneren, partikelemissionsärmeren Fahrzeugen aufgefüllt wurde.

Immissionsanteil Motor ΔBC_{Motor}

An der Leipziger Messstation LMI wurde der höchste Immissionsanteil Motor ΔBC_{Motor} festgestellt. Dabei ist zu beachten, dass an der mit ΔEC_{Motor} höchstbelasteten Messstation DDB keine Sondermessungen erfolgten und damit keine Einordnung möglich ist. An LMI war die Belastung 1,4-mal so groß wie an DDN. An LMI reduzierte sich der BC-Anteil von $1,9 \mu g/m^3$ in 2010 um $0,8 \mu g/m^3$ auf etwa 60 % in 2013. Die Minderung von ΔBC_{Motor} um 40 % war die stärkste Minderung von allen Messstationen. Gleichzeitig reduzierte sich der Gesamtverkehr durch die Umweltzone 2011 um 10 %, stieg 2012 wieder an und war 2013 um 10 % höher als 2010. Der Schwerverkehr reduzierte sich 2011 um etwa 30 % und stieg danach kontinuierlich wieder an und lag

2013 15 % unter 2010. Die Reduzierung des ΔBC_{Motor} um 40 % bei gleichzeitig leicht erhöhtem Gesamtverkehr kann nur durch eine partikelemissionsärmere Fahrzeugflotte 2013 gegenüber 2010 im Zentrum von Leipzig interpretiert werden.

An den zwei weiteren Messstationen DDN und LEI reduzierte sich der Immissionsanteil ΔBC_{Motor} ebenfalls deutlich um ein 1/3. Die Daten für ΔBC_{Motor} von DDN und LMI lassen einen Vergleich von Dresden und Leipzig zu. Die Reduzierung um 40 % an LMI kann als allgemeine Modernisierung der Fahrzeugflotte plus Wirkung der Umweltzone Leipzig interpretiert werden. Die Reduzierung um 30 % an DDN kann ebenfalls als allgemeine Modernisierung der Fahrzeugflotte plus Mitnahmeeffekt der Wirkung der 120 km entfernten Umweltzone in Leipzig gesehen werden, denn die Umweltzone in Leipzig hatte sicher eine Signalwirkung zur beschleunigten Modernisierung der Fahrzeugflotte in ganz Sachsen.

Immissionsanteil Motor $\Delta PN_{30-200\text{nm, Motor}}$

An der Leipziger Messstation LMI wurde der höchste Immissionsanteil Motor für $\Delta PN_{30-200\text{nm}}$ festgestellt. Dabei ist zu beachten, dass an der mit ΔEC_{Motor} höchstbelasteten Messstation DDB keine Sondermessungen erfolgten und damit kein Vergleich möglich ist. An der Leipziger Messstation LMI reduzierte sich $\Delta PN_{30-200\text{nm}}$ von 4.200 Partikeln/cm³ in 2010 auf 2.000 Partikeln/cm³ um 2.200 Partikeln in 2013 auf 49 % des Niveaus von 2010. Es war mit Abstand die stärkste absolute und auch relative Reduzierung (-46 %) an einer Messstation (Tabelle 5). Die Partikelreduzierung in 2011 war zunächst durch den reduzierten Verkehr, insbesondere SV (Abbildung 14) entstanden, da viele ältere Fahrzeuge, insbesondere SV-Fahrzeuge die Umweltzone 2011 nicht mehr befahren durften. Nach dem Wiederanstieg des Kfz-Gesamtverkehrs in 2012 und sogar einer Verkehrserhöhung um 10 % in 2013 stieg der Immissionsanteil Motor nicht wieder an. Die zeitweilig reduzierte Fahrzeuganzahl wurde offensichtlich durch saubere Dieselfahrzeuge mit Partikelfilter, bedingt durch die Vorgabe der Umweltzone, aufgefüllt. Ein Teil der Reduzierung verursachten auch die 10 % weniger fahrenden Schwerverkehrsfahrzeuge 2013.

An der Messstation LEI reduzierte sich $\Delta PN_{30-200\text{nm}}$ um 5 %, während an der Dresdner Messstation DDN eine Erhöhung registriert wurde. Die Entwicklung an DDN von $\Delta PN_{30-200\text{nm}}$ und ΔEC_{Motor} sowie ΔBC_{Motor} ist gegenläufig und nicht plausibel. Ein Erklärungsversuch wird dennoch nachfolgend unternommen. Bei den Partikeln $\Delta PN_{30-200\text{nm}}$ werden neben den Rußpartikeln weitere Nicht-Rußpartikel mitgezählt. Die Erhöhung von $\Delta PN_{30-200\text{nm}}$ kann nur im Zusammenhang mit einer Nicht-Ruß-Partikelquelle in der nahen Umgebung der Messstation DDN interpretiert werden. Die Stärke dieser Nicht-Ruß-Partikelquelle muss in den letzten Jahren deutlich zugenommen haben.

Immissionsanteil Motor $\Delta PM_{30-200\text{nm, Motor}}$

An der Leipziger Messstation LMI wurde der höchste Immissionsanteil Motor für $\Delta PM_{30-200\text{nm}}$ mit 2,5 µg/m³ 2010 festgestellt. Gleichzeitig erfolgte an LMI die größte Reduzierung um 1,5 µg/m³ auf 1,0 µg/m³ in 2013. Die Partikelmasse für den Immissionsanteil Motor reduzierte sich um mehr als 50 % (Tabelle 5). An LMI lag 2013 damit die geringste Konzentration gegenüber DDN und LEI vor. An LEI sank 2013 die Konzentration auf 70 % gegenüber 2010. An DDN stieg die Konzentration um ein Viertel, wobei hier eine vertiefende Analyse an anderer Stelle angeschlossen werden sollte.

4.3.4 Veränderung 2013 gegenüber 2010 für den hochtoxischen Feinstaubanteil und das Gesundheitsrisiko

Die Änderung der Partikelmassen EC, BC und $PM_{30-200\text{nm}}$ für den Immissionsanteil Motor der Dresdner Messstation DDN und der Leipziger Messstation LMI wird in Abbildung 15 gezeigt. Minderungserfolge für Ruß wurden in Leipzig und Dresden nachgewiesen. Sie waren in Leipzig größer als in Dresden. Die größten Reduzierungen für alle drei unabhängigen Messverfahren zur Charakterisierung der Partikelmotoremissionen wurden an der Leipziger Messstation LMI registriert.

Die Größe der Reduzierung hat Einfluss auf die Feinstaubzusammensetzung. An LMI änderte sich damit die Feinstaubzusammensetzung am stärksten. Hier weisen die Ergebnisse der Sondermessungen der Partikelmassen EC, BC und $PM_{30-200\text{nm}}$ für den Immissionsanteil Motor im Feinstaub PM_{10} nach, dass 0,4 µg/m³ weniger EC, 0,8 µg/m³ weniger BC und 1,5 µg/m³ weniger $PM_{30-200\text{nm}}$ durch unmittelbar vorbei fahrende Fahrzeuge enthalten waren. Es wurden also weniger Ruß und weniger ultrafeine und feine Partikel durch die modernisierte Fahrzeugflotte emittiert. Der Ausgangswert 2010 für PM_{10} reduzierte sich um 1,2 % durch weniger Ruß EC, um 2,5 % durch weniger Ruß BC oder um 4,8 % durch weniger Verbrennungspartikel von 30 bis 200 nm an LMI. Das ist auf den ersten Blick eine geringe PM_{10} -Reduzierung im Bereich von 1 bis 5 % je nach Messgröße. Da es sich aber um die Reduzierung des hochtoxischen Anteiles im Feinstaub PM_{10} handelt, entspricht dies nach dem Wichmann-Ansatz (vergl. Abbildung 1) einer Reduzierung des Gesundheitsrisikos der Bevölkerung im Zentrum der Umweltzone um 5 bis 25 % je nach Messgröße.

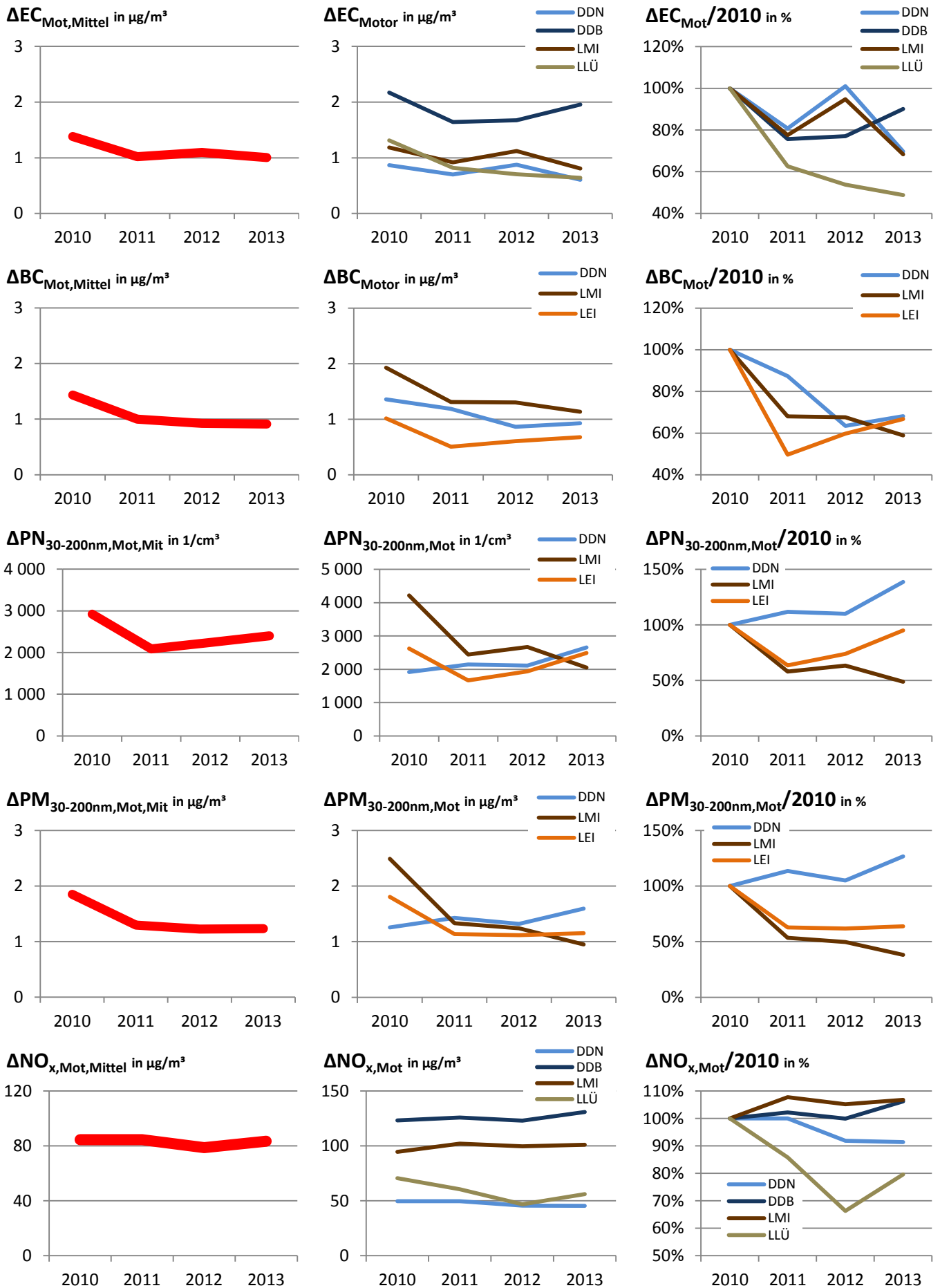


Abbildung 13: Entwicklung des Immissionsanteils Motor am Messstationstyp „städtische Straße“ und an den einzelnen Messstationen für EC, BC, PN_{30-200nm} und PM_{30-200nm} sowie NO_x von 2010 bis 2013

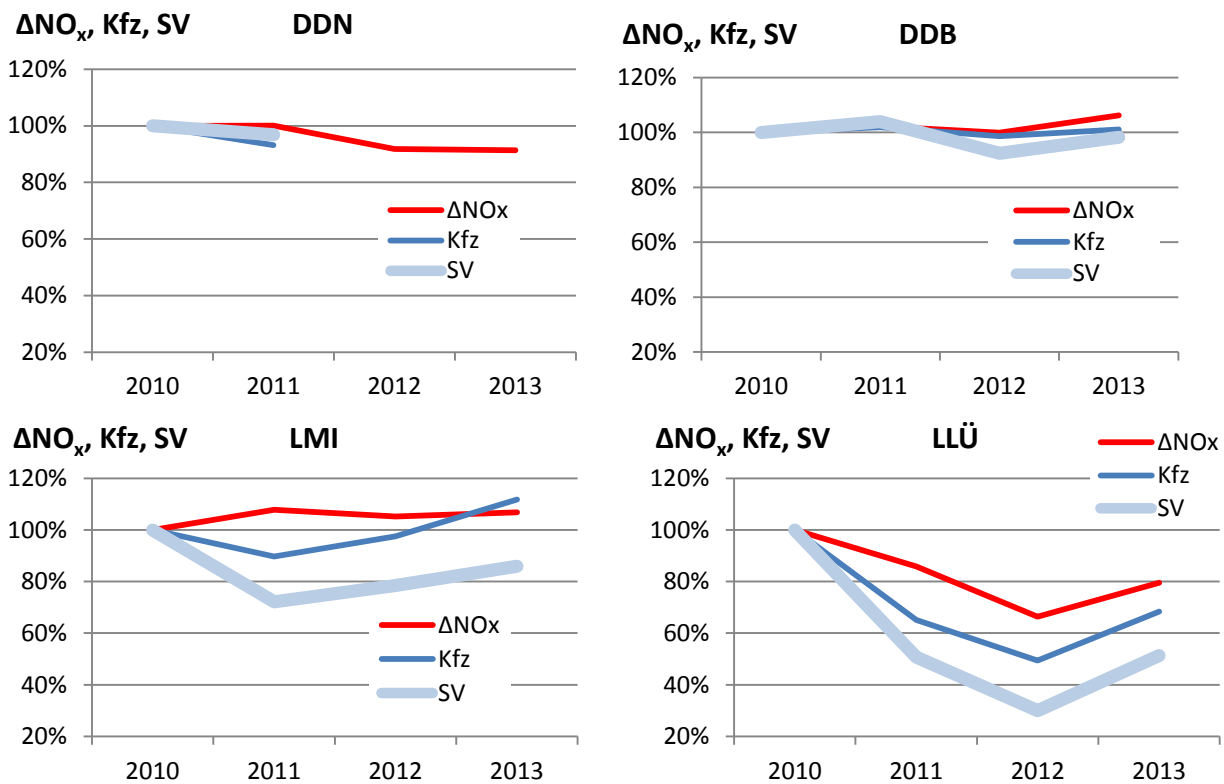


Abbildung 14: Entwicklung der relativen Parameter für $\Delta\text{NO}_{x,\text{Motor}}$ und Zählung von Kfz und SV

Tabelle 5: Absolute und relative Änderungen des Immissionsanteils Motor 2013 gegenüber 2010

| Messstation | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI |
|--|------|------|--------|------|------|
| $\Delta\text{EC}_{\text{Motor}}$ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | -0.3 | -0.2 | -0.4 | -0.7 | |
| $\Delta\text{BC}_{\text{Motor}}$ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | -0.4 | | -0.8 | | -0.3 |
| $\Delta\text{PN}_{30-200\text{nm},\text{Motor}}$ in $1/\text{cm}^3$ | 740 | | -2 162 | | -130 |
| $\Delta\text{PM}_{30-200\text{nm},\text{Motor}}$ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 0.3 | | -1.5 | | -0.7 |
| $\Delta\text{NO}_{x,\text{Motor}}$ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | -4 | 8 | 6 | -14 | |

| DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| -30 % | -10 % | -32 % | -51 % | |
| -32 % | | -41 % | | -33 % |
| 39 % | | -51 % | | -5 % |
| 27 % | | -62 % | | -36 % |
| -9 % | 6 % | 7 % | -20 % | |

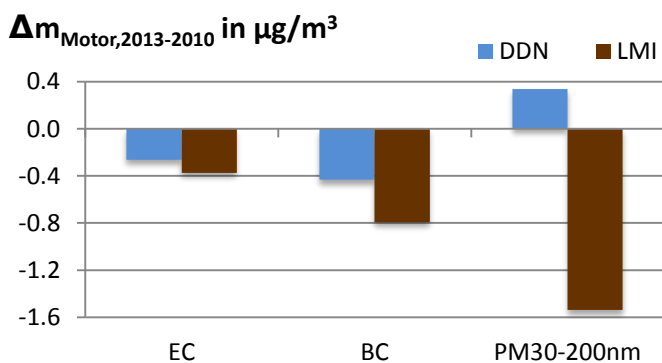


Abbildung 15: Änderung des Immissionsanteils Motor für die Partikelmassen von EC, BC und sehr kleiner Partikel von 30 bis 200 nm an den Messstationen Leipzig-Mitte (LMI) und Dresden-Nord (DDN) 2013 gegenüber 2010

4.4 Gesetzliche Beurteilung der Luftqualität in Leipzig und Dresden

Grundlagen

Die rechtliche Grundlage zur Beurteilung der Luftqualität bildet u. a. die EU-Richtlinie 2008/50/EG [EU-RL, 2008], die im Bundes-Immissionsschutzgesetz als 39. Bundes-Immissionsschutzverordnung in nationales Recht umgesetzt wurde [BImSchG, 2010], [BImSchV, 2010]. Details wurden bereits im Bericht „Umweltzone Leipzig, Teil 1“ dargestellt [LfULG, 2012].

Luftqualität von 2010 bis 2013

Abbildung 16 zeigt die Ergebnisse der gesetzlich vorgeschriebenen Überwachungsgrößen in den Jahren 2010 bis 2013. Es sind die Jahresmittelwerte für PM₁₀, PM_{2,5} und NO₂ sowie die Anzahl der PM₁₀-Überschreitungstage für die Messstationen in den Stadtgebieten Leipzig und Dresden sowie im regionalen Hintergrund. Dabei wird der einzuhaltende Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit mit einer roten Linie angegeben.

Der **PM₁₀-Jahresmittelgrenzwert von 40 µg/m³** wurde von 2010 bis 2013 an keiner der Messstationen überschritten. Dieser Grenzwert wird seit Jahren an allen Messstationen in Sachsen eingehalten.

Der **PM₁₀-Tagesgrenzwert von 50 µg/m³ bei 35 zulässigen Überschreitungstagen pro Jahr** wurde an allen Messstationen im städtischen und regionalen Hintergrund von 2010 bis 2013 eingehalten. An allen verkehrsnahen Messstationen wurde der Grenzwert 2010 und 2011 überschritten. An diesen Messstationen in Dresden traten 2012 und 2013 keine Grenzwertüberschreitungen mehr auf. In Leipzig hingegen setzten sich die Grenzwertüberschreitungen an der Messstation Leipzig-Lützner Straße (LLÜ) 2012 und 2013 fort. An Leipzig-Mitte (LMI) trat 2012 eine weitere Grenzwertüberschreitung auf, 2013 wurde jedoch der Grenzwert eingehalten. Die Gesamtschau der Ergebnisse zeigt, dass es Jahre mit einer hohen Anzahl an Überschreitungstagen (2011) sowie Jahre mit einer geringen Anzahl von Überschreitungstagen (2012) für alle Messstationen gibt. Dies gilt für alle Typen von Messstationen von städtischer Straße, über städtischer Hintergrund und regionaler Hintergrund. Dabei wird deutlich, wie stark der Einfluss der Schwankung der jährlichen meteorologischen Rahmenbedingungen für diese Jahreskenngröße sein kann. Für eine Trendaussage ist es deshalb noch zu früh. Es muss eingeschätzt werden, dass trotz Umweltzone die Grenzwertüberschreitungen für PM₁₀ von 2011 bis 2013 in Leipzig nicht verhindert wurden.

Der **PM_{2,5}-Jahresmittelgrenzwert von 25 µg/m³**, der ab dem Jahr 2015 einzuhalten ist, wurde bereits jetzt an allen Messstationen sicher eingehalten.

Der **NO₂-Jahresmittelgrenzwert von 40 µg/m³** wurde von 2010 bis 2013 an allen Messstationen im städtischen und regionalen Hintergrund sicher eingehalten. An den verkehrsnahen Messstationen fällt die Beurteilung selbst von Stadt zu Stadt sehr differenziert aus. In Dresden an der Messstation DDN traten keine, hingegen an DDB konsequent von 2010 bis 2013 Grenzwertüberschreitungen auf. In Leipzig an LMI wurden Grenzwertüberschreitungen von 2010 bis 2013 und an LLÜ nur 2010 registriert. An LLÜ wurden ab 2011 deutlich reduzierte Kfz-Zahlen ermittelt, die zur Minderung der Belastung beitrugen. Insgesamt wurde an fast allen Messstationen (Ausnahmen LLÜ und SWB) von Jahr zu Jahr eine leichte Minderung der Belastung ermittelt.

Im Zeitraum 2010 bis 2013 nahm die Anzahl der verkehrsnahen Messstationen mit Grenzwertüberschreitungen ab. Dabei sind jedoch keine Vorteile für die Messstationen in Leipzig in der Umweltzone gegenüber Dresden zu erkennen (Tabelle 6).

Ergebnisse der Modellierung für die Betroffenheit der Bürger

In den Luftreinhalteplänen erfolgte eine Modellierung der Schadstoffkonzentrationen für das Jahr 2011. Wesentliche Grundlagen waren dabei die Prognose der Verkehrszahlen 2011, die Berechnung der Emissionen nach HBEFA 2.1 oder 2.3 und die Annahme einer vollständigen Umsetzung der Maßnahmen der Luftreinhaltepläne, wie z. B. der Umsetzung der Umweltzone in Leipzig ohne Ausnahmeregelungen und das Maßnahmenpaket in Dresden.

Im Ergebnis dessen waren von einer PM₁₀-Grenzwertüberschreitung 2011 etwa 200 Einwohner auf einer Straßenlänge von 0,4 km in Leipzig und etwa 2.300 Einwohner auf einer Straßenlänge von 5 km in Dresden betroffen.

Von einer NO₂-Grenzwertüberschreitung waren etwa 310 Einwohner auf einer Straßenlänge von 1,3 km in Leipzig und etwa 1.900 Einwohner auf einer Straßenlänge von 5 km in Dresden betroffen [Stadt Leipzig, 2009], [Dresden, 2011]. Die Ergebnisse der aktuellen Modellierung mit den überarbeiteten Emissionsfaktoren nach HBEFA 3.1 weisen 234 von einer PM₁₀-Grenzwertüberschreitung betroffene Einwohner und 1751 von einer NO₂-Grenzwertüberschreitung betroffene Einwohner in Leipzig aus [LfULG, 2015].

Konsequenzen aus den Grenzwertverletzungen und Fristverlängerungen

Luftschadstoff PM₁₀

Die Grenzwerte gelten zum Schutz der menschlichen Gesundheit, die ab einem festgelegten Zeitpunkt einzuhalten sind. Im Jahr 1999 hat die Europäische Union festgelegt, dass die PM₁₀-Grenzwerte ab 1.1.2005 einzuhalten sind [EU-RL, 1999].

Eine Fristverlängerung zur Einhaltung der Grenzwerte konnte gemäß Artikel 22 und 23 der EU-Richtlinie 2008/50/EG unter Vorlage der Luftreinhaltepläne bei der EU-Kommission beantragt werden. Die EU-Kommission konnte für PM₁₀ eine Fristverlängerung bis maximal 11.07.2011 und für NO₂ bis maximal 1.1.2015 gewähren [EU-RL, 2008].

In der **Stadt Leipzig** wurde der PM₁₀-Kurzzeitgrenzwert trotz Luftreinhalteplan im Jahr 2005 und danach jährlich überschritten. Die Regierung der Bundesrepublik übersandte der Europäischen Kommission am 23.12.2009 die Mitteilung zur Fristverlängerung für die Einhaltung der PM₁₀-Grenzwerte in der Stadt Leipzig gemäß Artikel 22. Die Fristverlängerung wurde für Leipzig bis zum 11. Juni 2011 gewährt. Die Gewährung einer weiteren Fristverlängerung zur Einhaltung des PM₁₀-Grenzwertes ist in der Richtlinie EU2008/50/EG nicht vorgesehen. Die Analyse der Messdaten des Jahres 2011 ergab, dass selbst unter den Bedingungen der Fristverlängerung die erhöhte Toleranzmarge des Grenzwertes nicht eingehalten wurde. Im Jahr 2012 wurde an zwei Messstellen und im Jahr 2013 an einer Messstelle der PM₁₀-Grenzwert erneut überschritten.

In der **Stadt Dresden** wurde der PM₁₀-Kurzzeitgrenzwert trotz Luftreinhalteplan im Jahr 2005, 2006, 2009, 2010, und 2011 überschritten. In den Jahren 2007, 2008, 2012 und 2013 wurde der Grenzwert eingehalten.

Ein Vertragsverletzungsverfahren wird zurzeit von der Kommission gegen Deutschland wegen anhaltender PM₁₀-Grenzwertüberschreitung in den Gebieten Stuttgart und Leipzig fortgeführt.

Luftschadstoff NO₂

Im Jahr 1999 hat die Europäische Union festgelegt, dass ab 1.1.2010 die NO₂-Grenzwerte einzuhalten sind [EU-RL, 1999]. Trotz der Luftreinhaltepläne in den Städten Leipzig, Dresden und Chemnitz wurde der NO₂-Jahresmittelwertgrenzwert im Jahr 2010 und danach jährlich überschritten. Die Regierung der Bundesrepublik teilte der Europäischen Kommission am 28.9.2011 mit, dass sie die Möglichkeit der Fristverlängerung zur Einhaltung der NO₂-Grenzwerte nach Artikel 22 der Richtlinie 2008/50/EG in Anspruch nimmt. Für Sachsen wurden die Städte Leipzig, Chemnitz und Dresden benannt. Die Europäische Kommission hat in ihrem Beschluss vom 20. Februar 2013 eine Fristverlängerung bis 1.1.2015 aufgrund der eingereichten Unterlagen u.a. für die Städte Leipzig, Chemnitz und Dresden gewährt.

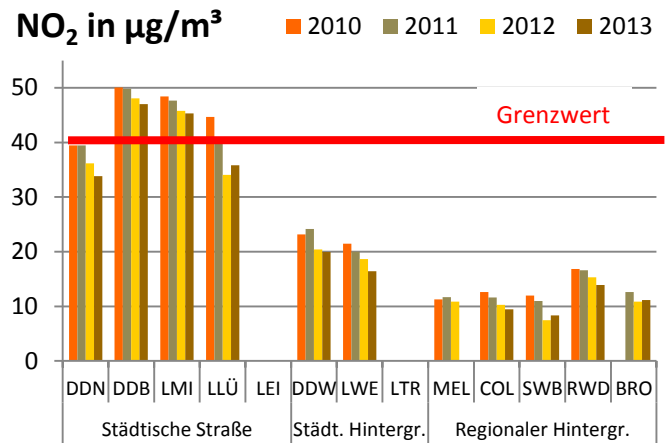
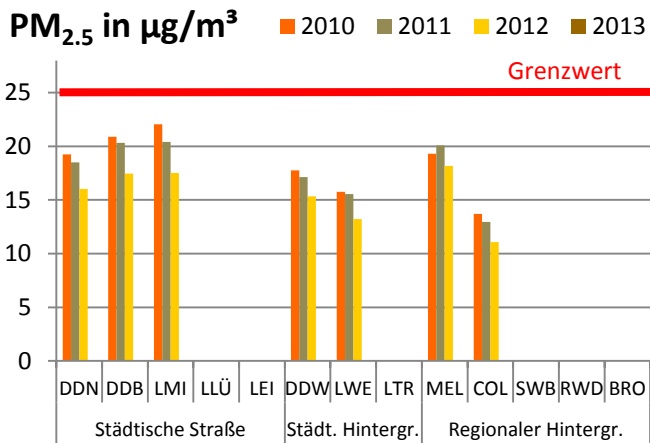
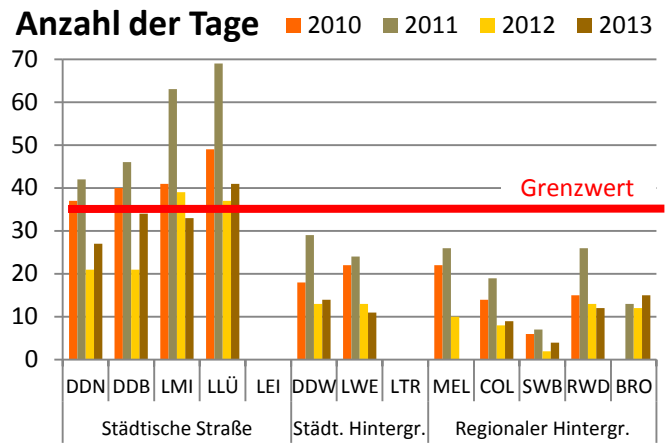
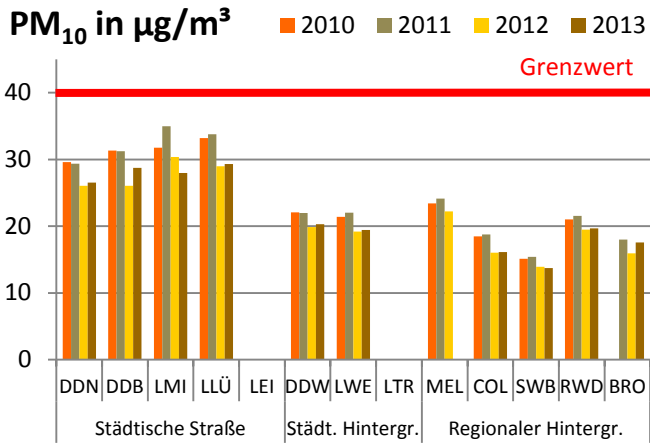


Abbildung 16: Ergebnisse der Messung für PM₁₀, PM_{2.5} und NO₂ für das Kalenderjahr 2012 und dessen Relation zum jeweiligen einzuhaltenden Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit

Tabelle 6: Kenngrößen der kritischen Luftschadstoffe an den verkehrsnahen Messtationen von 2010 bis 2013

| Kenngröße | Anzahl der PM ₁₀ -Überschreitungstage | | | | NO ₂ -Jahresmittelwerte in µg/m ³ | | | | Anzahl der Stationen mit GWÜ |
|-------------|--|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|------------------------------|
| | 35 Tage, einzuhalten ab 1.1.2005 | | | | 40 µg/m ³ , einzuhalten ab 1.1.2010 | | | | |
| Messstation | DDN | DDB | LMI | LLÜ | DDN | DDB | LMI | LLÜ | |
| 2010 | 37 | 40 | 41 | 49 | 39 | 50 | 48 | 45 | 7 |
| 2011 | 42 | 46 | 63 | 69 | 39 | 50 | 48 | 40 | 6 |
| 2012 | 21 | 22 | 39 | 37 | 36 | 48 | 46 | 34 | 4 |
| 2013 | 27 | 34 | 33 | 41 | 34 | 47 | 45 | 36 | 3 |

Legende: Blau unterlegte Felder zeigen Grenzwertüberschreitungen (GWÜ) an

5 Zusammenfassung

Luftverschmutzungen haben einen Einfluss auf die Lebensqualität der Menschen. Durch Maßnahmen in den Luftreinhalteplänen wurden und werden die Luftschadstoffe in den Städten weiter gemindert. Eine der effektivsten Maßnahmen im Bereich Verkehr ist die Einführung einer Umweltzone. Sie hat das Ziel, Fahrzeuge mit hohen Motoremissionen in Gebieten mit Grenzwertüberschreitungen von Luftschadstoffen schrittweise auszuschließen.

Die Motoremissionen insbesondere von Dieselfahrzeugen sind toxisch und krebserregend. Sie sind verantwortlich für vorzeitige Todesfälle, erhöhtes Krankheitsrisiko, ökonomische Verluste und zusätzliche Gesundheitskosten. Dieselfahrzeuge ohne Partikelfilter verursachen ultrafeine und feine Partikel, die zum großen Teil aus Ruß bestehen und Träger weiterer Schadstoffe sind. Die extrem kleinen Dieselpartikel besitzen in der gesetzlich vorgegebenen Überwachungsgröße Feinstaub PM_{10} nur einen sehr geringen Masseanteil, der eine Erfolgskontrolle sehr unsicher macht.

Das Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) und das Leibniz-Institut für Troposphärenforschung e.V. (TROPOS) führen deshalb ein gemeinsames wissenschaftliches Messprogramm durch, um die Einführung der Umweltzone in Leipzig zu begleiten. Dazu wurden die gesetzlich vorgegebenen Messungen von Feinstaub und Stickstoffdioxid erstmalig durch die Messung von sowohl Ruß als auch ultrafeinen Partikeln ergänzt, um die Veränderungen der Dieselfahrzeugemissionen in der Außenluftbelastung besser zu charakterisieren. Messungen an insgesamt 13 Luftgüte- und Forschungsmessstationen an viel befahrenen Straßen im Stadtgebiet, im städtischen Hintergrund und im regionalen Hintergrund wurden durchgeführt und systematisch ausgewertet. Die Stadt Dresden ohne Umweltzone, aber mit einem umfangreichen Bündel anderer Maßnahmen, wurde vergleichend einbezogen.

Die Umweltzone Leipzig wurde 2011 mit der Stufe „Grüne Plakette“ eingeführt. Es wurden 62 % des Stadtgebietes mit einem Fahrverbot für Fahrzeuge ohne, mit roter oder gelber Plakette belegt.

Die Ergebnisse vom Jahr 2010 bildeten die Ausgangsbeurteilung vor der Einführung der Umweltzone. Nach Einführung der Umweltzonen ging der Kfz-Gesamtverkehr im Zentrum von Leipzig 2011 zunächst zurück, stieg 2012 wieder an und war 2013 um 12 % höher als 2010. Dabei nahm der Schwerverkehr 2011 drastisch ab und stieg danach wieder an und war 2013 um 14 % unter dem Ausgangsniveau.

Die Sondermessungen haben an den meisten verkehrsnahen Messstationen einen deutlichen Rückgang der Konzentrationen nachgewiesen. An der Messstation Leipzig-Mitte im Zentrum der Umweltzone war die absolute und relative Minderung von allen Messstationen am größten. Dort änderte sich die Gesamtbelastung (Immission) 2013 gegenüber 2010 um:

- -24 % bzw. $-0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Ruß als elementarer Kohlenstoff,
- -31 % bzw. $-1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Ruß als schwarzer Kohlenstoff und
- -29 % bzw. $-2.500 \text{ P}/\text{cm}^3$ oder $-1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Partikel von 30 bis 200 nm.

Die Gesamtbelastung wird prinzipiell durch eine Vielzahl an lokalen, regionalen und überregionalen Quellen wie z. B. von Verbrennungsprodukten aus Heizungen, Industrie und Verkehr verursacht und durch die meteorologischen Rahmenbedingungen variiert. Deshalb kann daraus nicht direkt auf die Wirkung der Umweltzone geschlossen werden.

Im mittleren Wochengang mit zeitlich hoch aufgelösten Konzentrationen, die ähnlich mit dem Verkehrsstärken verlaufen, wurde 2013 eine deutliche Reduzierung durch den Verkehr für Ruß (schwarzer Kohlenstoff) und kleine Partikel nachgewiesen. Tagsüber wuchsen die Konzentrationen 2013 mit etwa gleichen Verkehrszahlen nicht mehr so hoch an wie 2010. An den Tagen Montag bis Freitag mit viel Verkehr wurde dieser Effekt besonders deutlich. Die Konzentrationsspitzen in der morgendlichen Hauptverkehrszeit verringerten sich im Zentrum von Leipzig um mehr als 50 %.

Um der Einschätzung der Wirkung der Umweltzone weiter näher zu kommen, wurde die Teilbelastung durch Motoremissionen der vorbeifahrenden Fahrzeuge nach dem Lenschow-Ansatz für alle verkehrsnahen Messstellen abgeschätzt. An der Messstation Leipzig-Mitte wurden auch dort die größten absoluten und relativen Minderungen ermittelt. Für die Teilbelastung Motor waren es:

- -32 % bzw. $-0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Ruß als elementarer Kohlenstoff,
- -41 % bzw. $-0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Ruß als schwarzer Kohlenstoff und
- -51 % bzw. $-2.200 \text{ P}/\text{cm}^3$ oder $-1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Partikel von 30 bis 200 nm.

Für Ruß als schwarzer Kohlenstoff und für Partikel der Größe 20 bis 200 nm wurde damit die Minderung zu mehr als $\frac{3}{4}$ durch die lokal an der Messstation vorbeifahrenden Fahrzeuge verursacht. Da sich die Anzahl der Fahrzeuge nur wenig änderte, wird dies als Effekt durch die Modernisierung der Fahrzeugflotte, die durch die Umweltzone beschleunigt wurde, gewertet.

Gleichzeitig veränderte sich die Feinstaubzusammensetzung von 2013 gegenüber 2010. 2013 waren im Feinstaub PM_{10} $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ weniger Ruß als elementarer Kohlenstoff, $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ weniger Ruß als schwarzer Kohlenstoff sowie $2.200 \text{ Partikel}/\text{cm}^3$ bzw. $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ weniger ultrafeine und feine Partikel von 30 bis 200 nm durch unmittelbar vorbeifahrende Fahrzeuge enthalten.

Der Ausgangswert 2010 für Feinstaub PM₁₀ reduzierte sich dadurch um 1,2 % durch weniger Ruß als elementarer Kohlenstoff, um 2,5 % durch weniger Ruß als schwarzer Kohlenstoff oder um 4,8 % durch weniger Verbrennungspartikel von 30 bis 200 nm an Leipzig-Mitte. Das ist auf den ersten Blick eine geringe PM₁₀-Reduzierung im Bereich von 1 bis 5 % je nach Messgröße. Da es sich aber um die Reduzierung des hochtoxischen Anteiles im Feinstaub PM₁₀ handelt, entspricht dies nach dem Wichmann-Ansatz einer Reduzierung des Gesundheitsrisikos der Bevölkerung im Zentrum der Umweltzone um 5 bis 25 % je nach Messgröße.

Minderungserfolge für Ruß wurden in Leipzig und Dresden nachgewiesen. Sie waren in Leipzig größer als in Dresden. An den verkehrsnahen Messstationen wurde z. B. für Ruß als elementarer Kohlenstoff eine Änderung der Teilbelastung Motor in Dresden von -10 % und -30 % und in Leipzig von -32 % und -51 % festgestellt. Ruß als schwarzer Kohlenstoff änderte sich in Dresden um -32 % und in Leipzig um -51 %. Die Wirkung der Umweltzone Leipzig war nicht lokal begrenzt, sondern wirkte sich auch positiv auf die Region Sachsen aus. Die Modernisierung erfolgte jedoch nicht gleichmäßig in Sachsen. In Leipzig nahm der Bestand an Diesel-Fahrzeugen ohne Partikelfilter gegenüber Dresden und Sachsen überdurchschnittlich ab. Gleichzeitig wurden in Leipzig dreimal so viele PKW und achtmal so viele leichte Nutzfahrzeuge mit Partikelfiltern nachgerüstet wie in Dresden. Insgesamt war der Bestand an Fahrzeugen mit hohen Motoremissionen in Leipzig niedriger als in Dresden und deutlich niedriger als in Sachsen. 2012 waren in Dresden fast viermal so viele Omnibusse mit hohen Motoremissionen als in Leipzig gemeldet. Der Anteil der Fahrzeuge mit grüner Plakette erreichte in Leipzig Höchstwerte. Die Bereitschaft zur Modernisierung der Fahrzeuge war damit in den letzten Jahren regional unterschiedlich. Die Umweltzone in Leipzig hat die Modernisierung der Fahrzeugflotte in der Stadt Leipzig beschleunigt.

Das weitere Schadstoffminderungspotential der Umweltzone in Leipzig wird vor allem in der Modernisierung der Nutzfahrzeuge gesehen. Der Anteil an Nutzfahrzeugen mit hohen Motoremissionen lag 2012 bei 77 % in Sachsen, 69 % in Dresden und 68 % in Leipzig. Von den Bussen waren 66 % in Sachsen, 62 % in Dresden und 46 % in Leipzig mit hohen Motoremissionen eingestuft. Die Ausnahmegenehmigungen zum Befahren der Umweltzone in Leipzig sollten deshalb weiter reduziert werden.

Die Verursacheranalyse aus den Messdaten zeigte, dass sich die Teilbelastung durch Motoremissionen an den verkehrsnahen Messstellen hinsichtlich Partikel und Stickoxide nicht gleichermaßen verbesserte. Während für Ruß und Partikel von 30 bis 200 nm eine deutlich fallende Entwicklung der Konzentrationen an allen Stationen ermittelt wurde, stagnierten die Stickoxidkonzentrationen. Durch die Modernisierung der Fahrzeugflotte verringerten sich die Partikelmotoremissionen, nicht aber die Stickoxidemissionen der Fahrzeuge.

Die Grenzwertüberschreitungen für Feinstaub PM₁₀ und Stickstoffdioxid setzten sich in Leipzig fort. Für Feinstaub PM₁₀ schwankten die Jahresmittelwerte. Nach 2010 war im Jahr 2011 eine leichte Erhöhung und in den Jahren 2012 und 2013 ein leichter Rückgang an den meisten Messstationen in Leipzig, Dresden und im regionalen Hintergrund zu verzeichnen. Dabei wird Feinstaub durch eine Vielzahl von Quellen erzeugt, sehr weit transportiert und durch die jährlichen meteorologischen Schwankungen stark beeinflusst. Deshalb ist die Umweltzone eine, aber nicht die alleinige Maßnahme zur Reduzierung der Feinstaubbelastung.

Mit diesem innovativen Messprogramm setzte der Freistaat Sachsen bereits das um, was beispielweise der Weltärztekongress im Oktober 2014 empfohlen hat – eine Überwachung von Ruß in Nanometergröße, epidemiologische Studien über die Effekte von ultrafeinen Partikeln¹ und Öffentlichkeitsarbeit zur Bedeutung von Dieselruß.

Dank

Die umfangreichen Messungen waren nur durch das herausragende Engagement eines sächsischen Teams verschiedener Einrichtungen möglich. Unser besonderer Dank gilt den Mitarbeitern der Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft in Radebeul insbesondere Dr. Horst-Günter Kath, Uwe Müller, Frank Rothe, Klemens Regir und Beate Schimmel für die Durchführung der hochpräzisen Immissionsmessungen, die Nutzung der Infrastruktur und den Mut für Neues, den die Integration der Sondermessverfahren ins Luftgütemessnetz erforderte. Vom Leibniz-Institut für Troposphärenforschung e. V. in Leipzig gilt unser Dank insbesondere Kay Weinhold, André Sonntag und Dr. Thomas Tuch für die Bereitstellung der Sondermesstechnik, die Durchführung der Sondermessungen, der Qualitätssicherung und Datenvalidierung. Weiterhin möchten wir uns bei Dr. Susanne Bastian und Enrico Reichert für die Datennutzung aus dem EU-Projekt UFIREG bedanken.

¹ In Verbindung mit den EU-Projekten UFIREG und UltraSchwarz [Bastian, 2012], [Schladitz, 2013]

Literatur

- ACEA, 1999 ACEA: Programme on the emissions of fine particles from passenger cars. Brüssel, Belgien 1999
- Auspurg, 2013 Verkehrs- und Tiefbauamt (VTA) Leipzig. Persönliche Mitteilung, unveröffentlicht
- BAFA, 2013 Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA): Antwort des BAFA auf Anfrage der Stadt Leipzig zu Förderverfahren zum nachträglichen Einbau von Partikelminderungssystemen, E-Mail vom 26.05.2013
- Bastian, 2012 Bastian, Susanne: Ultrafine particles - Cooperating with environmental and health policy. UFIREG. Ultrafine Particles – an evidence based contribution to the development of regional and European environmental and health policy. <http://www.ufireg-central.eu/>
- Beisheim, 2014 Beisheim, Katja; Klemm, Otto: Wechselwirkungen von Luftreinhaltung und Klimaschutz- Globale und lokale Aspekte. Immissionsschutz 3, 2014.
- BlmSchG, 2007 Fünfunddreißigste Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Verordnung zur Kennzeichnung der Kraftfahrzeuge mit geringem Beitrag zur Schadstoffbelastung) vom 10. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2218), geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 5. Dezember 2007 (BGBl. I S. 2793)
- BlmSchG, 2013 Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 2. Juli 2013 (BGBl. I S. 1943)
- BlmSchV, 2010 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BlmSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. S. 1065)
- Birmili, 1998 Birmili, W., Stratmann, F. and Wiedensohler, A. (1998). Design of a DMA-based Size Spectrometer for a large particle size range and stable Operation. *Journal of Aerosol. Science*, 30:549-553
- Brook, 2010 Brook, Robert D. et al.: AHA Scientific Statement: Particulate Matter Air Pollution and Cardiovascular Disease. An update to the Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation* 121: 2331-2378. 2010
- Dresden, 2011 Luftreinhaltungsplan für die Landeshauptstadt Dresden. Hrsg.: Landeshauptstadt Dresden, Wirtschaft und Umweltamt. 17. Mai 2011.
- Ebert, 2014 Persönliche Mitteilung von Prof. Dr. Martin Ebert, TU Darmstadt, am 17.12.2014
- ECO, 2012 THE ECOLOGICAL COUNCIL: Luftverschmutzungen an Flughäfen. www.ecocouncil.dk.
- EN14907, 2010 EN 14907: Luftbeschaffenheit - Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM2.5-Massenfraktion des Schwebstaubes. 2010
- ESR, 2010 European Respiratory Society: The ERS report on air pollution and public health. Lausanne, Switzerland. 2010. ISBN: 978-1-84984-008-8
- EU-Kom, 2013 Europäische Kommission, Generalsekretariat: Ergänzendes Aufforderungsschreiben – Vertragsverletzung Nr. 2008/2191. C(2013) 2177 final. Brüssel 25.4.2013
- EU-RL, 1996 Richtlinie 96/62/EG des Rates vom 27. September 1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 21.11.1996, L296
- EU-RL, 1999 Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L163 S. 41.
- EU-RL, 2008 Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Luftqualität und saubere Luft für Europa vom 21. Mai 2008. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L S. 152.
- Förderrichtlinie Partikelfilter, 2009 Richtlinie zur Förderung des nachträglichen Einbaus von Partikelminderungssystemen bei Personenkraftwagen mit Selbstzündungsmotor (Diesel) vom 27. Juli 2009 (BAnz. Nr. 112, S. 2636)
- Förderrichtlinie Partikelfilter, 2010 Richtlinie zur Förderung des nachträglichen Einbaus von Partikelminderungssystemen bei Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen mit Selbstzündungsmotor (Diesel) vom 6. Mai 2010 (BAnz. Nr. 72, S. 1694)
- Förderrichtlinie Partikelfilter, 2011 Richtlinie zur Förderung des nachträglichen Einbaus von Partikelminderungssystemen bei Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen mit Selbstzündungsmotor (Diesel) vom 15. Dezember 2011 (BAnz. Nr. 194, S. 4578), neu gefasst mit der Richtlinie zur Förderung des nachträglichen Einbaus von Partikelminderungssystemen bei Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen mit Selbstzündungsmotor (Diesel) vom 5. Juli 2012 (BAnz. AT 10.07.2012 B2)
- Hausberger, 2010 Hausberger, Stefan: Neue Emissionsfaktoren und deren Auswirkungen auf die Belastung an NO2 und Feinstaub. KRdL-Expertenforum am 2.12.2010, Bonn. ISBN 978-3-931384-70-8
- KBA, 2011 Statistik des Kraftfahrzeugbundesamt. <http://www.kba.de>
- KBA, 2012 Statistik des Kraftfahrzeugbundesamt. <http://www.kba.de>
- KBA, 2013 Statistik des Kraftfahrzeugbundesamt. <http://www.kba.de>
- Kirchner, 2010 Ulf Kirchner (Ford Forschungszentrum Aachen GmbH): Eigenschaften von Partikeln im Abgas moderner PKW's. KRdL-Expertenforum "Feine und ultrafeine Partikel in der Außenluft". Bonn, 24.03.2010.
- KPK, 2013 Kaare Press Kirstenson: Wood burning in Denmark. The Danish Ecocouncil. Bratislava, 11.2.13
- Lenschow, 2001 Lenschow, P., Abraham, H.-J., Kutzner, K., Lutz, M. Preuß, J.-D., Reichenbacher, W.: Some ideas about the sources of PM₁₀. *Atmospheric Environment*, 35 (Supplement No. 1), S23-S33. 2001
- LfULG, 2005 Luftreinhaltungsplan für die Stadt Leipzig. Hrsg.: Landesamt für Umwelt und Geologie. 15. September 2005.
- LfULG, 2012 Löschau, G.; Wiedensohler, A.; Birmili, W.; Rasch, F.; Spindler, G.; Müller, K.; Wolf, U.; Hausmann, A.; Herrmann, H.: Umweltzone Leipzig, Teil 1 – Ausgangsbeurteilung. Hrsg.: Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Mai 2012. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/14411>
- LfULG, 2013 Löschau, G.; Wiedensohler, A.; Birmili, W.; Rasch, F.; Spindler, G.; Müller, K.; Wolf, U.; Hausmann, A.; Böttger, M.; Anhalt,

- M.; Herrmann, H.: Umweltzone Leipzig, Teil 2 – Immissionssituation 2011 während der Einführung der Umweltzone und erste Bewertung der Wirkung der Umweltzone. Hrsg.: Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Mai 2013. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/18590>
- LfULG, 2014 Anette Pausch: Luftqualität in Sachsen. Jahresbericht 2013. Hrsg.: Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Referat Klima, Luftqualität. Juli 2014. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/22876>
- LfULG, 2015 Aktualisierte Modellierung, Prognose 2015 bewohnte Straßenabschnitte, http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/Prognose_2015_bewohnte_Strassenabschnitte.xls
- Löschau, 2006a Löschau, G.: Partikelanzahl in verkehrsnaher Außenluft – Teil 1: Belastungsniveaus und Tendenz. Gefahrstoffe Reinhalt. Luft 66 (2006) Nr. 10, 431-435.
- Löschau, 2006b G. Löschau: Partikelanzahl in verkehrsnaher Außenluft – Teil 2: Einfluss der Meteorologie und erste Ursachenanalyse. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 66 (2006) Nr. 11/12, S. 483-488
- Löschau, 2008 Gunter Löschau, Wolfram Birmili: Partikelfraktionen in Sachsen. 43. Messtechnisches Kolloquium. Mettlach, April 2008.
- Löschau, 2009 G. Löschau, H. Gerwig: Messung der Anzahl von ultrafeinen Partikeln in der Außenluft in einem Luftgütemessnetz – Teil 1: Maßnahmen zur Qualitätskontrolle bei Partikelanzahlverteilungen. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 69 (2009) Nr. 11/12, S. 475-480
- Löschau, 2010 G. Löschau, A. Wiedensohler, B. Wehner, W. Birmili, H. Gerwig: Messung der Anzahl von ultrafeinen Partikeln in der Außenluft in einem Luftgütemessnetz – Teil 2: Ergebnisse einer verkehrsnahen Langzeitmessung. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 70 (2010) Nr. 5, S. 183-187
- Löschau, 2011a G. Löschau, W. Birmili, C. Engler, K. Weinhold, T. Gnauk, E. Brüggemann, K. Müller, H. Herrmann, A. Wiedensohler: Messung der Anzahl von ultrafeinen Partikeln in der Außenluft in einem Luftgütemessnetz – Teil 3: Räumliche Variation der Partikelkonzentration sowie deren Hauptverursacher. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 71 (2011) Nr. 1/2, S. 57-63
- Löschau, 2011b Gunter Löschau: Ultrafeine Partikel – Messergebnisse und deren Nutzung. Statusseminar zur Luftqualität in Sachsen. Veranstalter: Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. 12. Dezember 2011. Dresden. <http://www.smul.sachsen.de/lfulg/27341.htm>
- Schladitz, 2012 Schladitz, Alexander: UltraSchwarz. Ultrafeinstaub und Gesundheit im Erzgebirgskreis und Region Usti. <http://www.ultraschwarz-ziel3.de/>
- Schladitz, 2013 Schladitz, A.; Merkel, M.; Bastian, S.; Birmili, W.; Weinhold, K.; Löschau, G.; Wiedensohler, A.: A concept of an automated function control for ambient aerosol measurements using mobility particle size spectrometers. Atmospheric Measurement Techniques Discussions. 2013, Vol. 6 Issue 6, p10551-10570. 20p Atmospheric Measurement Techniques Discussions. 2013, Vol. 6 Issue 6, p10551-10570. 20p.
- Spindler, 2012 Spindler, G., Gnauk, T., Grüner, A., Iinuma, Y., Müller, K., Scheinhardt, S., Herrmann, H.: Size-segregated characterization of PM₁₀ at the EMEP site Melpitz (Germany) using a five-stage impactor: a six year study. J Atmos Chem (2012) 69: 127-157
- Stadt Leipzig, 2009 Luftreinhalteplan für die Stadt Leipzig. Hrsg. Stadt Leipzig. Der Oberbürgermeister. Amt für Umweltschutz. 18. Dezember 2009; http://www.leipzig.de/de/buerger/umwelt/luft/luftreinhalteplan_leipzig.shtml
- Stadt Leipzig, 2010a Allgemeinverfügung der Stadt Leipzig über Ausnahmen von den Verkehrsbeschränkungen der Umweltzone (Amtsblatt der Stadt Leipzig Nr. 18 vom 2. Oktober 2010)
- Stadt Leipzig, 2010b Verwaltungsvorschrift zur einheitlichen Handhabung der Ausnahmeregelungen zum Fahrverbot in der Umweltzone (VwV Ausnahmeregelungen Umweltzone) vom 9. Dezember 2010
- Stadt Leipzig, 2013 Jahresbericht 2011 zur Umsetzung der Maßnahmen des Luftreinhalteplans der Stadt Leipzig. Hrsg. Stadt Leipzig. Der Oberbürgermeister. Amt für Umweltschutz. 24. Juli 2013; http://www.leipzig.de/de/buerger/umwelt/luft/luftreinhalteplan_leipzig.shtml
- Stadt Leipzig, 2014 Entwurf Jahresbericht 2012 zur Umsetzung der Maßnahmen des Luftreinhalteplans der Stadt Leipzig. Hrsg. Stadt Leipzig. Der Oberbürgermeister. Amt für Umweltschutz. 7. Juli 2014; bislang unveröffentlicht
- WHO, 2012 IARC: Diesel engine exhaust carcinogenic. World Health Organization. Press release N° 213. 12 June 2012.
- WHO, 2014 World Health Organization: Burden of disease from Ambient Air Pollution for 2012. Switzerland. 2014. http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/AAP_BoD_results_March2014.pdf
- Wichmann, 2008 Wichmann, H-E.: Umweltmed Forschung Prax 13(1) 7 – 10 (2008)
- Wichmann, 2011 Wichmann, H-E.: Umweltzonen aus der Sicht des Gesundheitsschutzes. Pressekonferenz Deutsche Umwelthilfe 7.4.2011 Berlin.
- Weinbruch, 2014 S. Weinbruch, A. Worrington, M. Ebert, D. Scheuvsen, K. Kandler, U. Pfeffer, P. Bruckmann: A quantitative estimation of the exhaust, abrasion and resuspension components of particulate traffic emissions using electron microscopy. Atmospheric Environment, 99, 175–182, December 2014
- Wiedensohler, 2012 A. Wiedensohler, W. Birmili, A. Nowak, A. Sonntag, K. Weinhold, M. Merkel, B. Wehner, T. Tuch, S. Pfeifer, M. Fiebig, A. M. Fjåraa, E. Asmi, K. Sellegri, R. Depuy, H. Venzac, P. Villani, P. Laj, P. Aalto, J. A. Ogren, E. Swietlicki, P. Williams, P. Roldin, P. Quincey, C. Hügli, R. Fierz-Schmidhauser, M. Gysel, E. Weingartner, F. Riccobono, S. Santos, C. Grüning, K. Faloon, D. Beddows, R. Harrison, C. Monahan, S. G. Jennings, C. D. O'Dowd, A. Marinoni, H.-G. Horn, L. Keck, J. Jiang, J. Scheckman, P. H. McMurry, Z. Deng, C. S. Zhao, M. Moerman, B. Henzing, G. de Leeuw, G. Löschau, and S. Bastian: Mobility particle size spectrometers: harmonization of technical standards and data structure to facilitate high quality long-term observations of atmospheric particle number size distributions. Atmos. Meas. Tech., 5, 657–685, 29 March 2012. <http://www.atmos-meas-tech.net/5/657/2012/amt-5-657-2012.html>
- WMA, 2014 World Medical Assembly: WMA Statement on Prevention of Air pollution due to Vehicle Emissions. Durban, South Africa, October 2014.

Anlage 1: Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität in Leipzig und Dresden

Einleitung

Konzepte zur Luftreinhaltung bestehen nicht aus Einzelmaßnahmen, sondern aus einer Vielzahl von Maßnahmen. Sie werden weiterhin auf verschiedenen Verantwortungsebenen (Stadt, Land, Europa, Welt) aufgestellt und umgesetzt. Sie sind auch nicht isoliert zu anderen Konzepten, wie z. B. zum Klimaschutz, zur Stadtentwicklung und zur Mobilität. Die Umsetzung von Maßnahmen ist z.T. mit einem erheblichen finanziellen Aufwand verbunden. Dabei sind Akzeptanz und Hilfsbereitschaft der Bevölkerung und Unternehmen ausschlaggebend für den Erfolg [Beisheim, 2014]. Nachfolgend wird von den Städten Leipzig und Dresden ein Einblick gewährt, welche Maßnahmen beschlossen und umgesetzt wurden.

Maßnahmen 2011 und 2012 sowie Ziele bis 2015 in Leipzig

(Mario Anhalt – Stadt Leipzig, Amt für Umweltschutz, Abteilung Umweltvorsorge, Sachgebiet Stadtökologie)

Die Stadt Leipzig steht wie zahlreiche andere Kommunen im Bereich der Luftreinhaltung vor der Herausforderung, Sorge dafür zu tragen, dass die gesetzlich geltenden Luftqualitätsgrenzwerte für Feinstaub (PM₁₀) und Stickstoffdioxid (NO₂) nicht überschritten werden, was in den zurückliegenden Jahren nicht gelang.

Vor diesem Hintergrund hat die Stadt Leipzig bereits im Dezember 2009 einen neuen Luftreinhalteplan (LRP) in Kraft gesetzt [Stadt Leipzig, 2009], welcher den bis dato geltenden Luftreinhalteplan aus dem Jahr 2005 und den Aktionsplan aus dem Jahr 2006 ablöste.

Nachdem der motorisierte Straßenverkehr innerhalb Leipzigs an verkehrsreichen Straßen als zweitwichtigste Quelle für Feinstaub (PM₁₀) und wichtigste Quelle für Stickstoffoxide (NO_x) identifiziert wurde, lag es nahe, die Maßnahmen zu einem erheblichen Teil darauf auszurichten, das Verkehrsaufkommen zu mindern und die spezifischen Abgasemissionen der Kraftfahrzeuge zu verringern.

Die wohl weitreichendste Maßnahme ist die Einführung einer Umweltzone. Ab 1. März 2011 galt für Fahrzeuge der Schadstoffgruppen 1 bis 3 (keine, rote und gelbe Plakette) ein Fahrverbot in der Umweltzone. Leipzig war zum damaligen Zeitpunkt die erste Stadt, welche eine verhältnismäßig große Umweltzone (62 % des Stadtgebietes sind vom Fahrverbot betroffen), mit grüner Plakette einführt, wohingegen andere Städte eine gestaffelte Einführung der Fahrverbote vorsahen. Die stringente Herangehensweise in Leipzig resultierte jedoch aus einem seitens der EU-Kommission Anfang 2009 angedrohten Vertragsverletzungsverfahren gegen die Bundesrepublik Deutschland wegen der PM₁₀-Grenzwertverletzungen in Leipzig.

Neben der Umweltzone gibt es im Verkehrssektor noch weitere Maßnahmen, die u. a. auf eine Verringerung des Verkehrsaufkommens durch eine Steigerung der Attraktivität des öffentlichen Personennahverkehrs sowie des Fuß- und Radverkehrs orientieren. So hat sich die bereits im Herbst 2010 umgesetzte Busnetzreform im Jahr 2011 und ff. zu einem Erfolg entwickelt, der, gekoppelt mit anderen Verbesserungen, sich in einem Fahrgastzuwachs im Jahr 2011 um 0,2 Mio. und im Jahr 2012 um nahezu 5 Mio. Fahrgäste widerspiegelte.

Darüber hinaus tragen straßenbauliche und verkehrsorganisatorische Veränderungen zu verkehrlichen und luftschadstoffseitigen Entlastungen zuvor stark belasteter Straßenräume bei. Beispielhaft zu nennen sind hier die Verkehrsfreigabe des letzten Teilstückes des Mittleren Rings Nord im Jahr 2012, wodurch vor allem die Georg-Schumann-Straße und die nördlichen Stadtteile vom Verkehr entlastet werden.

Die Umsetzung vieler den Verkehrssektor betreffenden Maßnahmen des Luftreinhalteplans steht im Zusammenhang mit den prognostizierten Verkehrszahlen und damit auch den prognostizierten Schadstoffbelastungen.

Bei der Interpretation der realisierten Luftreinhaltemaßnahmen ist darauf zu achten, lokal wirksame Maßnahmen, die bspw. nur einen oder wenige Straßenabschnitte betreffen, von stadtweit wirksamen Maßnahmen zu unterscheiden. Während z. B. ein Fahrverbot für Lkw ab 12 Tonnen (zGG) in der Harkortstraße in Leipzig nur äußerst lokal begrenzt wirkt und keinen Einfluss auf die Schadstoffbelastung an der in ca. 1.300 Meter Luftlinie entfernt liegende Messstation Leipzig-Mitte hat, machen sich Veränderungen im Modal Split oder die Umweltzone sehr viel weiträumiger bemerkbar.

Im gewerblichen und industriellen Sektor besteht bei der Umsetzung geplanter Maßnahmen noch Nachholbedarf. Bspw. gelang es bislang nicht, die Baustellenkontrollen zu intensivieren, gleichwohl baubedingte PM₁₀-Emissionen, wie in [LfULG, 2013] auf-

gezeigt, erheblichen Einfluss auf die PM₁₀-Belastung im näheren Umfeld einer Messstation haben können. Singuläre staubintensive Ereignisse, die u. a. aus Bautätigkeit rühren, sind im Nachgang nur schwer zu identifizieren.

In Tabelle 7 werden ausgewählte Maßnahmen des Luftreinhalteplanes aufgegriffen und in Bezug auf deren bisherige Umsetzung vorgestellt. Indikatoren sind dabei:

○ - keine Umsetzung, ◐ - teilweise Umsetzung und ● - überwiegende Umsetzung.

Eine wesentlich detailreichere Betrachtung aller Maßnahmen erfolgt im Jahresbericht zur Umsetzung der Maßnahmen des Luftreinhalteplans der Stadt Leipzig für das Jahr 2011 [Stadt Leipzig, 2013] sowie für das Jahr 2012 [Stadt Leipzig, 2014].

Viele der im Luftreinhalteplan benannten Maßnahmen sind laufend. Deren Umsetzung ist häufig nicht an quantifizierbaren Zielen festzumachen. Dazu sei angemerkt, dass die Bewertung der Maßnahmen sich hinsichtlich des Umsetzungsstandes auf das jeweils betrachtete Jahr bezieht.

Tabelle 7: Ausgewählte Maßnahmen des Luftreinhalteplans der Stadt Leipzig und Stand deren Umsetzung im Jahr 2011 und 2012 sowie Ziele bis 2015

| Nr. laut LRP | Maßnahme | Zeitplan der Realisierung laut LRP | Umsetzung im Jahr | |
|---|--|------------------------------------|-------------------|------|
| | | | 2011 | 2012 |
| Verkehr | | | | |
| M1.1 | Straßenbaumaßnahmen | 2009-2015 | ◐ | ● |
| <i>Anmerkung:</i> - Realisierung/Freigabe der Verbindung Kurt-Eisner-Straße/Semmelweisstraße von Arthur-Hoffmann-Straße bis Zwickauer Straße (Tangentenviereck Süd) → Entlastung Umfeld Bayrischer Platz - Realisierung/Freigabe des Mittleren Rings Nord (Bundesstrasse 6) von Pittlerstraße bis Bremer Straße → verkehrliche Entlastung der Georg-Schumann-Straße und der nördlichen Stadtteile - bislang nicht realisiert werden konnte u. a. die Sanierung der Könnertstraße und Wurzner Straße → Ziel: Steigerung der Attraktivität des ÖPNV und Radverkehrs durch Haltestellenumbau und Radfahrstreifen | | | | |
| M1.6 | Weiterentwicklung des Parksystems (Bewirtschaftung, P+R, Leitsystem) | lfd. | ● | ● |
| <i>Anmerkung:</i> - Verbesserung des Parkleitsystems in Abstimmung mit den Parkhausbetreibern zur Eröffnung von „Gondwanaland“ → Minderung des Parksuchverkehrs - Beschluss einer neuen Parkgebührenverordnung → Ausweitung der parkgebührenrelevanten Zone, Anhebung der Parkgebühren u. a. mit dem Ziel den Umstieg auf den Umweltverbund zu attraktivieren und den MIV zu mindern | | | | |
| M1.8 | Weitere Erhöhung der ÖPNV-Attraktivität durch verstärktes Marketing, Firmenabo, Großveranstaltungen mit ÖPNV-Ticket-Vertrag, Mobilitätsmanagementinitiativen/ Fahrgemeinschaften in Betrieben, Mobilitätsinitiativen im Leipziger Umland zur Förderung des Umweltverbundes, Optimierung des S-Bahn-Netzes nach Fertigstellung des City-Tunnels; Steigerung der Attraktivität des Fußgängerverkehrs | lfd., 2012 (Citytunnel) | ◐ | ◐ |
| <i>Anmerkung:</i> - Optimierung von Lichtsignalanlagen zu Gunsten des ÖPNV (Straßenbahn und Bus) im Hinblick auf Haltezeiten und Bevorrechtigungen auf diversen Strecken - Fortführung des Jobtickets für Mitarbeiter der Stadtverwaltung - Einschwingphase der „Busnetzreform 2010“, weitere Optimierung, erste Ergebnisse aus der Evaluierung - Fertigstellung City-Tunnel erst 2013 → Ziel: Minderung des MIV um bis zu ca. 3 % | | | | |
| M1.12 | Einführung einer Umweltzone | 2011 | ● | ● |
| <i>Anmerkung:</i> - Einführung der Umweltzone zum 1. März 2011 mit grüner Plakette - Anzahl vom Fahrverbot ausgenommener Kfz (Stand zum 31.12.2012): 5.285, zzgl. der per Allgemeinverfügung [Stadt Leipzig, 2010a] sowie gesetzlicherseits befreiten Kfz - Anzahl festgestellter Verstöße gegen das Fahrverbot im Jahr 2012: ca. 4.500 (fließender und ruhender Verkehr) - → Auslaufen der Ausnahmegenehmigungen bis Ende 2014 bzw. 2016 (öffentlich-rechtliche Verträge mit ÖPNV-Busunternehmen) → Ziel: Minderung der PM ₁₀ /NO ₂ -Belastung um ca. bis zu 5 bis 10 % bezogen auf den Jahresmittelwert | | | | |
| M1.14 | Weiterer Ausbau und Modernisierung des ÖPNV-Netzes | lfd. | ● | ● |
| <i>Anmerkung:</i> - weitere Realisierung barrierefreier Haltestellen (12 Haltestellen in 2011 und 2012 eingerichtet) - Fortführung des Stadtbahnausbaus, insbesondere Linie 15 betreffend (Prager Straße, Lützner Straße) → Minderung des MIV um ca. 0,6 % | | | | |
| M1.15 | Ergänzung/Erneuerung der Fahrzeugflotte für den ÖPNV bei der LVB durch die Beschaffung von Hybridbussen | ab 2011 bis 2015 | ● | ◐ |

| Nr. laut LRP | Maßnahme | Zeitplan der Realisierung laut LRP | Umsetzung im Jahr | |
|---|---|------------------------------------|-------------------|------|
| | | | 2011 | 2012 |
| Anmerkung: - erfolgreicher Aufbau einer Hybridbusflotte für den Linienverkehr bestehend aus 19 Fahrzeugen → Minderung der fahrzeugspezifischen Emissionen, Verringerung der Schadstoffzusatzbelastung auf den betreffenden Fahrstrecken, Ziel bis 2015: Anschaffung weiterer Fahrzeuge bei ausreichender Förderung/Finanzierbarkeit | | | | |
| M1.27 | Verkehrsreduzierung an Abschnitten der B 181, Dufourstraße, Harkortstraße, Käthe-Kollwitz-Straße, Rödelstraße, Lützner- und Berliner Straße; Durchfahrverbot für Lkw > 12 Tonnen in der Harkortstraße | ab 2010 | ● | ● |
| Anmerkung: - Realisierung des Durchfahrverbotes für Lkw ab 12 Tonnen (zGG) in der Harkortstraße - Verkehrsreduzierungen an hoch belasteten Straßenabschnitten in der Größenordnung 5–10 % vom DTV und 10 % vom Lkw-Aufkommen gegenüber dem Nullfall (betroffen sind hiervon Abschnitte der B 181, Dufourstraße, Harkortstraße, Käthe-Kollwitz-Straße, Rödelstraße, Berliner Straße und Lützner Straße) → Verringerung der lokalen PM10/NO2-Belastung → nach Analyse des Verkehrsaufkommens (Zählung) im Jahr 2011 sind die im Rahmen der Luftschadstoffprognose vorgenommenen Reduzierungen teilweise eingetreten, verschiedene Abschnitte (Rödelstraße, Berliner Straße) waren bedingt durch baustellenseitige Umleitungsverkehre zum Zeitpunkt der Zählung höher belastet (Nachkontrolle erforderlich) | | | | |
| Gewerbe und Industrie | | | | |
| M2.6 | Verstärkte Baustellenkontrollen | ab 2010 | ○ | ○ |
| Anmerkung: - für die Umsetzung der Maßnahme ist zusätzliches Personal erforderlich, was aus finanziellen Gründen bislang nicht bereit gestellt werden konnte → Ziel: Minderung der baustellenbedingten Partikelemissionen, Reduzierung der städtischen PM10-Hintergrundbelastung | | | | |
| Raum- und Stadtplanung | | | | |
| M4.1 | Schadstoffbegrenzung für Energieträgernutzung (Bauleitplanung), Prüfung der Kontrollmöglichkeit | lfd. | ● | ● |
| Anmerkung: - Verwendungsbeschränkung für feste Brennstoffe in B-Plänen obligatorisch - Stufe 2 der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV in der Fassung vom 26. Januar 2010), die für ab dem 31.12.2014 errichtete Anlagen gilt, wird vorgezogen → Ziel: Minderung der Partikel-Emissionen aus Kleinfeuerungsanlagen, Reduzierung der städtischen PM10-Hintergrundbelastung | | | | |
| M4.2 | Verstärkte Begrünung von Straßenraum und Straßenrand (Vermeidung unbefestigter, vegetationsloser Flächen) – Erhöhung des Baumbestandes um 5.000 Bäume bis 2015 und Erhalt des Altbaubestandes | bis 2015 | ● | ● |
| Anmerkung: - die laut Plan vorgesehene Pflanzung von 5.000 Bäumen wird bis 2015 auf Grund fehlender finanzieller Mittel sehr wahrscheinlich nicht realisiert werden können → Ziel: Verbesserung des Wärm- und Feuchtigkeitshaushalts (Lokalklima), Verringerung der Feinstaubbelastung | | | | |
| Öffentlichkeits- und Gremienarbeit | | | | |
| M5.1 | Intensivierung der Öffentlichkeitsarbeit in Bezug auf Maßnahmen des Luftreinhalteplanes und Klimaschutzes | ab 2009 | ● | ● |
| Anmerkung: - intensive Bewerbung der Umweltzone mittels Flyer, Plakaten und städtischer Internetseite (mehrsprachig) - Bewerbung alternativer Mobilität im Rahmen der Lokalen Agenda 21, des Internationalen Transportforums sowie beim „Stadtradeln“ - Bewerbung der Aktion „Baumstarke Stadt“ - Beratung der Stadtwerke Leipzig u. a. zur Anschaffung von Erdgasfahrzeugen/Fahrzeuginstanz auf Erdgasantrieb einschließlich Fördermöglichkeiten → Ziel: Attraktivierung alternativer Mobilität/Antriebstechniken, Verringerung der Emissionen des Straßenverkehrs, Forcierung der Stadtbegrünung über Baumpatenschaften | | | | |

Die Maßnahme Umweltzone sei wegen ihrer Bedeutung an dieser Stelle noch einmal herausgegriffen und hinsichtlich erteilter Ausnahmen und im Hinblick auf die Einhaltung bzw. Kontrolle des Fahrverbotes näher beleuchtet.

Für Ausnahmen vom Fahrverbot benennt die Verordnung zur Kennzeichnung der Kraftfahrzeuge mit geringem Beitrag zur Schadstoffbelastung (35. BImSchV, umgangssprachlich auch Kennzeichnungs- oder Plakettenverordnung) konkrete Kraftfahrzeuge. Hierbei handelt es sich um die gemäß § 2 Abs. 3 i. V. m. Anhang 3 der 35. BImSchV von der Kennzeichnungspflicht befreiten Fahrzeuge, wie z. B. mobile Maschinen und Geräte, Arbeitsmaschinen, land- und forstwirtschaftliche Zugmaschinen, zwei- oder dreirädrige Kraftfahrzeuge, Krankenwagen, Fahrzeuge mit Sonderrechten nach § 35 der Straßenverkehrs-Ordnung oder Oldtimer. Darüber hinaus benennt die 35. BImSchV in § 1 Abs. 2 Kriterien, bei deren Vorliegen zusätzliche Ausnahmen erteilt werden können. In Ausgestaltung dieser Kriterien hat sich die Stadt Leipzig eine ermessenslenkende Verwaltungsvorschrift [Stadt Leipzig, 2010b] gegeben und eine Allgemeinverfügung [Stadt Leipzig, 2010a] erlassen, nach denen sie weitere Ausnahmen erteilt.

Die erteilten Ausnahmen sollen mit dem Fahrverbot einhergehende soziale oder wirtschaftliche Härten vermeidbar machen. Insofern bleiben, neben der Verpflichtung zur Gewährleistung eines hinreichenden Gesundheitsschutzes, auch andere grundlegende Bedürfnisse der Bevölkerung nicht unbeachtet.

Mit Tabelle 8 folgt eine Auflistung der im Jahr 2012 erteilten Ausnahmen vom Fahrverbot innerhalb der Umweltzone und der zur Anzeige gebrachten Verstöße gegen die Kennzeichnungspflicht.

Tabelle 8: Anzahl der vom Fahrverbot der Umweltzone ausgenommenen Kfz Ausnahmen sowie Verstöße gegen die Kennzeichnungspflicht (fließender und ruhender Verkehr) mit Stand zum 31.12.2012

| Jahr | per Einzelgenehmigung ausgenommene Kfz | | per öffentlich-rechtlichem Vertrag ausgenommene Kfz | | | Gesamtsumme Ausnahmen | angezeigte Verstöße |
|------|--|-------|---|-------|-----|-----------------------|---------------------|
| | Pkw | Nfz | Pkw | Lkw | Bus | | |
| 2012 | 959 | 1.663 | 277 | 2.258 | 128 | 5.285 | 4.499 |

Zu den in Tabelle 8 genannten Zahlen sind noch die per Allgemeinverfügung der Stadt Leipzig [Stadt Leipzig, 2010a] vom Fahrverbot befreiten Kfz hinzuzurechnen. Dies betrifft im Wesentlichen Kfz der Schadstoffklasse Euro 3/III, für die nachweislich kein handelsübliches Partikelminderungssystem am Markt verfügbar ist, um diese Fahrzeuge zum Erhalt der grünen Plakette nachzurüsten. Darüber hinaus sind Reisebusse der Schadstoffklasse Euro III längstens bis zum 31.12.2014 vom Fahrverbot ausgenommen.

Bei der Interpretation der Wirkung der Umweltzone sind die erteilten Ausnahmen sowie Verstöße gegen das Fahrverbot bzw. die Kennzeichnungspflicht zu berücksichtigen. Dabei wirken sich Verstöße gegen die Kennzeichnungspflicht nicht emissionserhöhend aus, soweit das Fahrzeug lediglich über keine grüne Plakette verfügt, eine solche dem Fahrzeug jedoch auf Grund seines Abgasstandards zuteilbar wäre. Eine statistische Differenzierung ist an dieser Stelle nicht möglich. Ebenso besteht keine Kenntnis über die mögliche Zahl unerkannt gebliebener Verstöße gegen das Fahrverbot.

Die Maßnahmen des Luftreinhalteplans der Stadt Leipzig werden regelmäßig einer Erfolgskontrolle unterzogen. Über den Stand der Umsetzung werden die städtischen Gremien und die Öffentlichkeit unterrichtet. Die aktuell veröffentlichten Berichte können in der Rubrik <Luftreinhalteplan> auf www.leipzig.de/luftqualitaet eingesehen werden.

Nachdem in Tabelle 7 ausgewählte Maßnahmen vorgestellt wurden, bietet Abbildung 17 eine Gesamtschau zum Stand der Umsetzung aller Maßnahmen, bezogen auf die jeweiligen Bereiche in denen sie angesiedelt sind und wirksam werden. Dabei wird der bereits in Tabelle 7 verwendete Indikator aufgegriffen und in Gestalt von Ampelfarben (rot – keine Umsetzung, gelb – teilweise Umsetzung, grün – überwiegende Umsetzung) wiedergegeben.

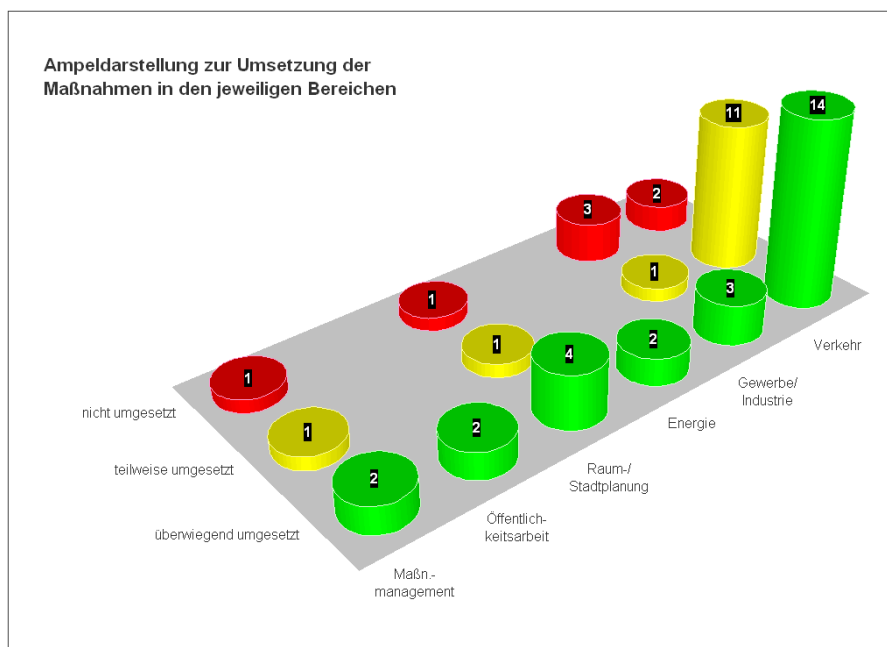


Abbildung 17: Zahlenmäßige Verteilung der Einzelmaßnahmen aus den jeweiligen Bereichen und deren Umsetzungsstand bezogen auf das Jahr 2012 [Stadt Leipzig, 2014]

Maßnahmen 2011 und 2012 sowie Ziele bis 2015 in Dresden

(Volker Dietz – Landeshauptstadt Dresden, GB7, Umweltamt, Stadtökologie)

Am Anfang stand die Grundsatzentscheidung, die Luftqualität ohne Umweltzone sicherzustellen. Damit sollten vor allem kleine und kleinste Betriebe geschützt werden. Oftmals sind hier die Gewinnmargen niedrig, so dass Investitionen in neue Fahrzeuge eine große wirtschaftliche Belastung darstellen.

Die Entscheidung konnte nur getroffen werden, wenn mit anderen Maßnahmen entsprechende Schadstoffsenkungen erreicht werden können.

In Dresden gehört der Straßenverkehr zu den Hauptemittenten sowohl bei Stickoxiden wie auch bei PM₁₀. Alle anderen Emittenten (Industrie, Haushalte, Kleinverbraucher) tragen vergleichsweise wenig zu den Emissionen bei.

Alle Hauptmaßnahmen sind daher auf eine Verminderung des Kfz-Verkehrs gerichtet. Wenn man sinnvolle Maßnahmen beschließen will, muss man zuerst sehen, wie sich die Situation in der Zukunft entwickeln würde. Dann kann man festlegen, was erreicht werden soll und welche Maßnahmen infrage kommen.

Der Dresdner Plan wurde in der 2. Jahreshälfte des Jahres 2010 entwickelt. Für die Emissionsberechnungen wurde das HBEFA 2.3 verwendet. Das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie hat die damals schon bekannten Schwachstellen mit einer Korrektur bei Stickoxiden berücksichtigt.

Ergebnis dieser Überlegungen war ein Maßnahmenpaket, dass in der Innenstadt eine Absenkung des Kfz- Verkehrs von 10% gegenüber den prognostizierten Zahlen bis 2015 bewirken sollte. Das war aber allein nicht ausreichend. Zur Sicherstellung von Verbesserungen im Nutzfahrzeugsektor hat die Stadtverwaltung eine Vereinbarung mit dem Titel "Partnerschaft für Luftreinhaltung und Umweltfreundliche Mobilität" mit Vertretern der Dresdner Wirtschaft abgeschlossen.

Das Maßnahmenpaket geht von acht Punkten aus (Tabelle 9). Diese einzelnen Punkte wurden durch Maßnahmen unterlegt (hier nur Nennung der wichtigsten Maßnahmen), die in Tabelle 10 aufgelistet sind.

Die Aufzählung umfasst die wichtigsten der Maßnahmen. Sie ist nicht vollständig, gibt aber einen guten Eindruck wieder, was geplant ist und was bisher gemacht wurde. Sie zeigt auch, wo eine Umsetzung schwierig ist.

Grundsätzlich zeigt sich, dass verkehrsorganisatorische Maßnahmen einen langen Planungsvorlauf brauchen und damit meistens nicht kurzfristig zur Verfügung stehen können. Selbst relativ einfache Maßnahmen, wie die Umsetzung eines LKW-Durchfahrtsverbotes, bei vorhandenen Umfahrungsangeboten können sich aufgrund von verkehrsrechtlichen Anforderungen sehr schwierig gestalten.

In Dresden erschwerte ein System von Autobahnumleitungen, die nach verkehrsrechtlicher Lesart nicht nur für den Fall von Autobahnsperrungen zur Verfügung stehen müssen, sondern permanent, die sinnvolle Ausweisung eines Durchfahrtsverbotsgebietes. Es hat über ein Jahr gedauert, dieses Problem einer Lösung zuzuführen. Es hat sich gezeigt, dass Immissionsschutzrecht und Verkehrsrecht nicht so weit abgestimmt sind, dass die Umsetzung wichtiger Maßnahmen bei der Luftreinhaltung (gilt auch im Lärmschutz) im Verkehrsbereich oft nicht möglich ist. Regelmäßig stehen Verwaltungsvorschriften im Verkehrsrecht gegen die Umsetzung von immissionsschutzrechtlichen Zielsetzungen.

Schon innerhalb einer großen Verwaltung kann es schwierig sein, eine Maßnahme soweit zu bringen, dass sie umgesetzt werden kann. Zusätzlich schwierig wird es immer dann, wenn Dritte beteiligt sind, bzw. beteiligt werden müssen. Als Beispiel kann man hier die Geschwindigkeitsbegrenzung auf Autobahnen anführen. Hier sind die kommunalen Behörden auf die Mitarbeit staatlicher Stellen angewiesen. Als weiteres Beispiel kann man Logistikkonzepte nennen. Auch hier müssen die Beteiligten mitmachen wollen.

Auch wenn noch viele Maßnahmen offen sind, so hat eine bisher günstige Entwicklung im Verkehrsbereich (DTV-Werte stagnieren) dazu beigetragen, dass die Luftschadstoffemissionen in der Stadt rückläufig sind. Auf solche Entwicklungen, die auch von der Wirtschaftslage beeinflusst sein können, kann man sich nicht verlassen. Man muss daher versuchen, auf lange Sicht die Verkehrsmittelwahl zugunsten des Umweltverbundes zu beeinflussen. Die Dresdner Maßnahmen gehen in diese Richtung.

Tabelle 9: Maßnahmenpaket des Luftreinhalteplanes für die Landeshauptstadt Dresden 2011 mit grundlegenden Eckpunkten für Prognoserechnungen

| | Handlungsfeld | Ziel 2011 | Ziel 2015 |
|----|---|--|---|
| 1 | Absenkung MIV-Verkehrsaufkommen in der Innenstadt | Absenkung MIV um 5 % im DTV _w gegenüber dem Prognose Nullfall 2011 innerhalb des 26iger Ringes mit einer Erweiterung nördlich der Elbe mit den Grenzen Hansastraße, Stauffenbergallee und Bautzner Straße | |
| 2 | Verlagerung und Optimierung der Güter- und Transportverkehre | Absenkung SV-Anteil um mind. 10% gegenüber dem Prognose Nullfall 2011 | |
| 3 | Mobilitätsmanagement | Absenkung MIV um 2,5% im DTV _w gegenüber dem Prognose Nullfall 2011 Vertrieb von ca. 8.000 neuen Jobtickets und Zeitkarten | Absenkung MIV um 5% im DTV _w gegenüber dem Prognose Nullfall 2011 Vertrieb von weiteren ca. 8.000 neuen Jobtickets und Zeitkarten |
| 4 | Geschwindigkeitsreduzierung auf stadtnahen Bundesautobahnen | Absenkung der NO _x -Belastungen | |
| 5 | Aktivitäten mit Partnerinnen und Partnern aus Industrie, Gewerbe, Handwerk und Handel | Anteil der Nutzfahrzeuge mit Mindeststandard der „Grünen Plakette“: 63% | Anteil der Nutzfahrzeuge mit Mindeststandard der „Grünen Plakette“: 85% |
| 6* | Förderung alternativer Antriebssysteme – Elektromobilität | Minderung des CO ₂ -Ausstoßes und lokaler Emissionen | |
| 7 | Beschleunigung der Umsetzung von Maßnahmen des Luftreinhalte- und Aktionsplanes 2008 | Reduzierung der Schadstoffemissionen im Innenstadtbereich durch Absenkung des DTV | |
| 8 | Absenkung MIV-Verkehrsaufkommen Blasewitz/Loschwitz | Absenkung MIV um 10 % im DTV _w gegenüber dem Prognose Nullfall 2011 nach Verkehrsfreigabe der Waldschlößchenbrücke | |

*) Das Handlungsfeld *Förderung alternativer Antriebssysteme – Elektromobilität* ist nicht Teil der Prognoserechnungen, da keine belastbaren Aussagen zu den erwarteten Schadstoffreduzierungen getroffen werden können.

Tabelle 10: Umsetzungsstand des Maßnahmenpaketes des Luftreinhalteplanes für die Landeshauptstadt Dresden

| Handlungsfeld | Maßnahmen | Umsetzung | Bemerkung |
|---|--|--|--|
| Absenkung MIV-Verkehrsaufkommen in der Innenstadt | Parkraumbewirtschaftungskonzept innerhalb 26-Ring | Südlich der Elbe abgeschlossen- Nördlich der Elbe fertig geplant | |
| | Differenzierte verkehrsmittelspezifische Zufahrtswiderstände in Richtung Innenstadt | Verringerung der Zufahrtswiderstände für den ÖPNV ins Stadtzentrum – ist Planungsgrundsatz | Ist auch in den Verkehrsentwicklungsplan eingeflossen |
| Verlagerung und Optimierung der Güter- und Transportverkehre | Verlegung von Bundesstraßen aus dem Stadtzentrum | Offen | Ausbau der Straßenzüge ist Voraussetzung |
| | Sperrung von Teilen des Stadtgebietes für Fahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht (zGG) von mehr als 3,5 t (Zeichen 253) bei Zulassung der Verkehre mit Quelle oder Ziel in Dresden durch Zusatzzeichen „Dienstleister und Anlieferer frei“ und Zusatzzeichen 1048-17 „Wohnmobile frei“ | Maßnahme umgesetzt (III/2012) Sie soll in erster Linie den reinen Durchgangsverkehr aus Stadt heraushalten | Sie soll in erster Linie den reinen Wirtschaftsdurchgangsverkehr aus Stadt heraushalten. |
| Mobilitätsmanagement | Beschleunigung der Entwicklung von Logistikkonzepten zur Optimierung von Güter- und Transportverkehren im gesamten Stadtgebiet, Teilprojekt Theater- und Krankenhauslogistik | Maßnahme nicht umgesetzt | |
| | Verkehrsberatung durch Gründung eines Mobilitätsteams der Stadtverwaltung Dresden Zusätzliche Jobtickets | Maßnahme umgesetzt. Gezielte Werbekampagne hat stattgefunden. Die Hürden für eine Teilnahme am Programm der DVB wurde stark abgesenkt – bisher 100 Teilnehmer pro Betrieb oder Einrichtung jetzt 30 | Feste Arbeitsgruppe innerhalb der Stadtverwaltung Jobticketnutzung hat stark zugenommen – anvisierte Zahlen wurden noch nicht voll erreicht. Die Verwaltung des Freistaates beteiligt sich am Programm. |
| Geschwindigkeitsreduzierung auf Bundesautobahnen | Festlegung einer Maximalgeschwindigkeit von 100 km/h auf stadtnahen Bundesautobahnen zur Senkung der Stickoxideinträge ins Stadtgebiet | Maßnahme nicht umgesetzt | Zustimmung der höheren Verkehrsbehörde wurde nicht erreicht werden. |
| Aktivitäten mit Partnerinnen und Partnern aus Industrie, Gewerbe, Handwerk und Handel | 2011 sollen 63 % der Nutzfahrzeuge >3,5 Tonnen zGG die Schadstoffklasse 4 (Grüne Plakette) erfüllen. 2015 sollen 85 % der Nutzfahrzeuge > 3,5 Tonnen zGG die Schadstoffklasse 4 erfüllen | Für 2012 interpoliertes Ziel: 68,5% Stand November 2012 52,4% | Die Maßnahme ist Bestandteil einer Vereinbarung der Stadt mit IHK, HWK und Handwerkserschaft. |
| Beschleunigung der Umsetzung von Maßnahmen des Luftreinhalte- und Aktionsplanes 2008 | 6 Verkehrsdosierungsanlagen waren geplant – Ziel dieser Maßnahme waren bessere Verkehrsabläufe in sensiblen Innstadtbereichen | 2 Planungen sind abgeschlossen 1 Maßnahme soll als Pilotprojekt umgesetzt werden | Maßnahmen erfordern hohen Planungsaufwand und sind daher nur langfristig umsetzbar. |
| | Ausbau Verkehrsmanagementsystem | Maßnahme läuft planmäßig | Bessere Verkehrssteuerung wird angestrebt |
| | Beschleunigte Umsetzung Radverkehrskonzept Innenstadt | Abarbeitung läuft planmäßig | Gute Fahrradangebote sollen die MIV-Vermeidung fördern. |
| Absenkung MIV-Verkehrsaufkommen Blasewitz/Loschwitz | Reduzierung des Verkehrsaufkommens im Nahbereich der Loschwitzer Brücke verbunden mit einer Förderung der Verkehrsarten des Umweltverbundes | Planungen für den Bereich liegen vor unter Einbeziehung der Führung des Radverkehrs. Umsetzung noch offen. | Der Bereich stellt neben dem Stadtzentrum einen Schwerpunkt bei der Luftbelastung dar. |

Anlage 2: Veränderungen des KFZ-Bestandes nach Emissionsklassen und Schadstoffgruppen

Allgemeines

Die Zulassungszahlen der Kraftfahrzeuge wurden vom Kraftfahrt-Bundesamt bezogen [KBA, 2013] und ausgewertet. Aus den Zahlen vom Fahrzeugbestand am 1.1.2012 und 1.1.2013 wurde der Mittelwert gebildet, um einen Bezug zum Analysenjahr 2012 der Luftschadstoffe herzustellen. Es ist zu beachten, dass die zugelassenen Fahrzeuge zwar eine erste Orientierung, aber keine Aussage über die tatsächlich fahrenden Fahrzeuge in Leipzig, Dresden und Gesamtsachsen liefern.

Gegenüber dem Bericht „Umweltzone Leipzig Teil 2: Immissionssituation 2011“ wurde zusätzlich der Kfz-Bestand nach Schadstoffgruppen (Plaketten) entsprechend der Verordnung zur Kennzeichnung von Kraftfahrzeugen mit geringem Beitrag zur Schadstoffbelastung (35. BImSchV) dargestellt. Aus dieser Statistik ist das mögliche Reduzierungspotenzial einer Umweltzone konkreter ableitbar als aus dem Bestand nach Emissionsklassen (Euro-Norm). Dies rührt daher, dass im Fahrzeugbestand nach Schadstoffgruppen gemäß 35. BImSchV nur jene Fahrzeuge berücksichtigt sind, die unter die Kennzeichnungspflicht fallen, mithin vom Fahrverbot innerhalb einer Umweltzone betroffen sind. Für eine ganze Reihe von Fahrzeugen gelten gesetzliche Ausnahmen von der Kennzeichnungspflicht, so z. B. für Oldtimer, land- u. forstwirtschaftliche Zugmaschinen, Krankenwagen, Feuerwehr oder Abfallsammelfahrzeuge. Im Weiteren erfolgt die Zuordnung der Fahrzeuge zu den jeweiligen Schadstoffgruppen (Plaketten) anhand der Emissionsschlüsselnummer. Eine Zuordnung anhand der Emissionsklassen (z. B. Diesel-Kfz mit Euro 2 = rote Plakette, Euro 3 = gelbe Plakette usw.) kann dagegen größere Ungenauigkeiten aufweisen.

Bei den Angaben zum möglichen Reduzierungspotenzial einer Umweltzone ist zu berücksichtigen, dass sich dies stets auf das gesamtstädtische Gebiet bzw. das Land Sachsen bezieht und mögliche kleinere Zuschnitte einer Umweltzone unbeachtet lässt. Darüber hinaus bleiben bereits erfolgte Partikelfilternachrüstungen an Kraftfahrzeugen unberücksichtigt, die das ausgewiesene Reduzierungspotenzial schmälern. Um eine Größenordnung hinsichtlich der mit einem Partikelfilter nachgerüsteten Kraftfahrzeuge zu vermitteln, wird dazu in einem separaten Unterpunkt berichtet.

Bestand an PKW nach Emissionsklassen

In Sachsen waren 2012 über 2 Millionen PKW zugelassen, rund 6.000 Fahrzeuge mehr als im Vorjahr. Der Anteil der Diesel-PKW betrug 21 %, ein Zuwachs von 1 % gegenüber dem Vorjahr aber noch immer deutlich geringer als der deutschlandweite Durchschnitt von 28 %. Dies kann als ein Vorteil für die Luftqualität in Sachsen gewertet werden, da ältere Dieselfahrzeuge den hoch toxisch wirkenden Dieselruß im Feinstaub verursachen und bekannt wurde, dass Dieselfahrzeuge mit Euro 5 durch Oxidationskatalysator und Partikelfilter im realen Fahrbetrieb teilweise höhere NO_x- und NO₂-Emissionen als Diesel-Fahrzeuge mit Euro 1 besitzen [Hausberger, 2010]. Dies muss nicht für die gesamte Fahrzeugflotte der Euro 5-Diesel-Pkw gelten, kann jedoch ein Indiz dafür sein, dass Emissionsminderungen an Kraftfahrzeugen geringer als erwartet eintreten, was in der Folge zu einer geringeren Abnahme der verkehrsnahen NO₂-Belastung führt.

Wenn im Weiteren von Fahrzeugen mit hohen Motoremissionen sprachlich Gebrauch gemacht wird, bezieht sich dies auf Fahrzeuge mit den Emissionsklassen kleiner als Euro 4 bei Diesel-Pkw und kleiner als Euro 1 bei Benzin-Pkw. Die Klassifizierung wurde in Anlehnung an den vorangegangenen Bericht (Umweltzone Leipzig Teil 2: Immissionssituation 2011) fortgeführt.

In Dresden und Leipzig waren im Jahr 2012 jeweils rund 200.000 PKW zugelassen, d.h. etwa 10 % von Sachsen pro Stadt. Auch hier gab es einen Zuwachs von rund 3.000 Fahrzeugen in Dresden und etwa 4.000 Fahrzeugen in Leipzig gegenüber dem Vorjahr. In Dresden lag der Anteil der Diesel-PKW mit 23 % geringfügig höher als in Leipzig mit 20 %. Die Aufteilung des PKW-Bestandes für Sachsen, Dresden und Leipzig in einzelne Emissionsklassen für Diesel- und Benzin-Pkw ist der Tabelle 11 zu entnehmen. Zur besseren Veranschaulichung wurde der Fahrzeugbestand mit hohen Motoremissionen grün unterlegt.

Der Kfz-Bestand nach den Emissionsklassen lässt erkennen, dass der prozentuale Anteil an Diesel-Pkw mit kleineren Emissionsklassen (< Euro 4) und damit hohen Motoremissionen in den Städten Dresden und Leipzig unter dem sächsischen Durchschnitt lag, wobei Leipzig gegenüber Dresden noch etwas günstigere Werte aufwies. Die Diesel-Pkw mit den Emissionsklassen Euro 2 und 3 treten dabei zahlen- und anteilmäßig deutlich hervor.

In Leipzig besaßen 7 % der PKW hohe Schadstoffemissionen. Es waren 1 % der Benziner und 31 % der Diesel und damit rund 1.700 Benziner und 12.800 Diesel-PKW.

Bestand an Nutzfahrzeugen (NFZ) nach Emissionsklassen

In Sachsen waren 2012 rund 240.000 Nutzfahrzeuge (LKW einschließlich Busse) zugelassen. Davon waren in Dresden mit rund 18.000 NFZ etwas mehr registriert als in Leipzig mit rund 16.000 NFZ (Tabelle 12). Die beiden Städte besitzen je einen Anteil von ca. 7 % der NFZ in Sachsen. Die Anzahl der NFZ erhöhte sich im Jahr 2012 gegenüber dem Vorjahr um ca. 4.500 Fahrzeuge in Gesamtsachsen, davon um 361 Fahrzeuge in Dresden sowie 71 in Leipzig.

Der Anteil NFZ (ohne Kraftomnibusse) mit hohen Motoremissionen (< SKL-S4) reduzierte sich in Sachsen im Jahr 2012 gegenüber dem Vorjahr um 5 % auf 77 %. In Dresden und Leipzig fiel der Anteil NFZ (ohne Kraftomnibusse) im Jahr 2012 um 7 % gegenüber dem Vorjahr auf 69 % bzw. 68 %. Beide Städte besaßen 2012 anteilig weniger Fahrzeuge mit hohen Motoremissionen als im Sachsendurchschnitt. Mehr als 2/3 des Bestandes an Nutzfahrzeugen besaß 2012 hohe Motoremissionen.

Die Kraftomnibusse sind eine Teilmenge der NFZ. Sie seien an dieser Stelle aufgrund ihrer Bedeutung hinsichtlich der innerstädtischen Verkehrsleistung gesondert herausgegriffen. Der Bestand an Kraftomnibussen war im Jahr 2012 in Dresden 2,6-mal so groß wie in Leipzig. In Sachsen betrug der Anteil der Omnibusse mit hohen Motoremissionen (< SKL-S4) 66 %, in Dresden waren es 62 % und in Leipzig 46 %. Damit lag in Leipzig dieser Anteil 20 % unter dem Sachsendurchschnitt. In Dresden waren 3,6-mal so viele Omnibusse mit hohen Motoremissionen als in Leipzig gemeldet.

Bestand an PKW und Nutzfahrzeugen (NFZ) nach Schadstoffgruppen

Durch die Umweltzone werden nicht schadstoffarme Fahrzeuge von der Teilnahme am öffentlichen Straßenverkehr ausgeschlossen. Dazu ist eine Einstufung der Kraftfahrzeuge nach Schadstoffgruppen bzw. Plaketten vorgesehen. In Leipzig dürfen ausschließlich Fahrzeuge mit grüner Umweltplakette am öffentlichen Straßenverkehr innerhalb der Umweltzone teilnehmen. Alle unter dieser Norm liegenden Fahrzeuge sind von der Teilnahme am öffentlichen Straßenverkehr in der Umweltzone ausgeschlossen und bilden im Wesentlichen das fiktive Reduzierungspotenzial der Umweltzone. In Tabelle 13 sind die Zahlen aufgelistet. Nach der Plakettenverordnung dürfen 6 bis 7 % der PKW nicht die Umweltzone befahren. Bei den Nutzfahrzeugen sind es 47 % in Sachsen, 42 % in Dresden und 33 % in Leipzig. Der relative und absolute Bestand an Fahrzeugen der Kategorien ohne Plakette, rote Plakette und gelbe Plakette für PKW und NFZ ist 2012 in Leipzig stets kleiner als in Dresden (Abbildung 19). Entsprechend lagen die Spitzenwerte für die grüne Plakette für PKW und NFZ konsequent in Leipzig, gegenüber Dresden und Sachsen. Durch die Umweltzone Leipzig waren Bevölkerung und Betriebe in Leipzig bereit, einen größeren Beitrag zur Modernisierung der Fahrzeuge als in anderen Regionen Sachsens zu leisten.

Hinweis:

Bei der Interpretation der Daten des KFZ-Bestandes klassifiziert nach Schadstoffgruppen (Plaketten) ist zu beachten, dass Fahrzeuge, die mit einem Rußpartikelfilter nachgerüstet wurden i. d. R. eine höhere Schadstoffgruppe (Plakette) erreichen. Die Nachrüstung bleibt jedoch bei den in Tabelle 13 angegebenen Zahlen unberücksichtigt. Grund hierfür ist, dass die Klassifizierung des Fahrzeugbestandes nach Plaketten über den Emissionsschlüssel erfolgt. Der Emissionsschlüssel des Fahrzeugs bleibt jedoch nach Einbau eines Rußpartikelfilters unverändert. Die Nachrüstung wird lediglich in den Fahrzeugpapieren von der Zulassungsstelle im Bemerkungsfeld eingetragen. Vor diesem Hintergrund ergibt sich in der Realität eine Abweichung zu den in Tabelle 13 zusammengefassten Daten. Es ist davon auszugehen, dass auf Grund der Zuordnung der Schadstoffgruppen (Plaketten) zu den Emissionsschlüsselnummern und den verfügbaren Partikelminderungsstufen/-klassen hauptsächlich die mit gelber Plakette gekennzeichneten Kraftfahrzeuge hiervon betroffen und insbesondere die Pkw zahlenmäßig deutlich zu hoch angegeben sind.

Konkrete Zahlenangaben zu allen mit einem Partikelminderungssystem nachgerüsteten Kraftfahrzeugen liegen nicht vor. Hilfsweise können die vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle erfassten Daten zu geförderten Partikelminderungssystemen [Förderrichtlinie Partikelfilter 2009, 2010, 2011] herangezogen werden. Danach ergeben sich die in Tabelle 14 zusammengefassten Angaben geförderter Partikelfilternachrüstungen in Sachsen, der Stadt Dresden und der Stadt Leipzig.

In Sachsen wurde die Nachrüstung von Partikelfiltern bis Ende 2012 für 15.749 PKW und 1.981 LNfz gefördert. Davon besitzt die Stadt Leipzig einen überdurchschnittlich hohen Anteil der Nachrüstung von 29 % für PKW und 36 % der LNfz in Sachsen. In Leipzig wurden 3-mal mehr PKW und 8-mal mehr LNfz mit Rußpartikelfiltern nachgerüstet als in Dresden (Abbildung 21). Die staatliche Förderung des nachträglichen Einbaus von Partikelfiltern wurde damit in Leipzig überdurchschnittlich hoch gegenüber Dresden und ganz Sachsen nachgefragt.

Wie die KFZ-Bestandsdaten nach Schadstoffgruppen der Kennzeichnungsverordnung bzw. Plaketten in Tabelle 13 zeigen, liegt die Zahl der in Leipzig zugelassenen Fahrzeuge mit grüner Plakette höher als in der Stadt Dresden sowie in Sachsen. Dies ist insbesondere bei den Nutzfahrzeugen augenfällig, wo der Anteil der in Leipzig zugelassenen Fahrzeuge mit grüner Plakette etwa 9 % über dem der Stadt Dresden und ca. 14 % über dem Anteil der Nutzfahrzeuge mit grüner Plakette in Sachsen liegt. Unter Berücksichtigung der in Tabelle 14 ausgewiesenen Nachrüstungen treten die Unterschiede noch deutlicher hervor. Dieser Umstand legt nahe, dass die Umweltzone in Leipzig, neben einer beschleunigten Verjüngung des Fahrzeugbestandes, die Nachrüstung von Partikelminderungssystemen bei PKW und LNfz deutlich befördert hat.

Vom Fahrverbot in der Umweltzone waren etwa 5.300 Kraftfahrzeuge per Einzelgenehmigung oder mittels öffentlich-rechtlichen Vertrags ausgenommen (vergl. Anlage 1). Hinzu treten noch die per Allgemeinverfügung ausgenommenen Fahrzeuge. Hierzu zählen im Wesentlichen Fahrzeuge der Emissionsklasse Euro 3/III, für die es nachweislich keine Möglichkeit der Partikelfilternachrüstung gab sowie Reisebusse der Emissionsklasse Euro III. Diese Fahrzeuge stellen im Weiteren das verbleibende Reduzierungspotenzial der Umweltzone in Leipzig dar, was aufgrund der zeitlichen Geltungsdauer der Ausnahmeregelungen erst mit dem Auslaufen des Jahres 2014 bzw. danach zunehmend ausgeschöpft werden wird.

Tabelle 11: Bestand an PKW nach Emissionsklassen in Sachsen, der Stadt Dresden und der Stadt Leipzig für das Analysejahr 2012*

| PKW | Sachsen | | | Dresden | | | Leipzig | | |
|--------------------------|------------------|----------------|---------------------|----------------|---------------|---------------------|----------------|---------------|---------------------|
| | Gesamt | Diesel | Benzin ¹ | Gesamt | Diesel | Benzin ¹ | Gesamt | Diesel | Benzin ¹ |
| Nicht SSR ² | 16.910 | 1.107 | 15.804 | 2.101 | 248 | 1.853 | 1.534 | 125 | 1.409 |
| Sonstige ³ | 9.498 | 2.217 | 7.281 | 567 | 241 | 326 | 493 | 210 | 283 |
| Euro 1 | 87.910 | 4.242 | 83.668 | 8.020 | 427 | 7.593 | 8.709 | 255 | 8.454 |
| Euro 2 | 403.197 | 41.737 | 361.460 | 37.913 | 4.195 | 33.719 | 37.059 | 2.767 | 34.292 |
| Euro 3 | 353.796 | 112.167 | 241.629 | 34.888 | 11.159 | 23.729 | 33.222 | 9.430 | 23.792 |
| Euro 4 | 896.832 | 164.622 | 732.211 | 89.704 | 17.756 | 71.948 | 86.498 | 15.728 | 70.770 |
| Euro 5 | 313.578 | 111.562 | 202.017 | 38.367 | 15.578 | 22.789 | 34.156 | 12.599 | 21.557 |
| Euro 6 | 1.056 | 744 | 312 | 146 | 107 | 39 | 144 | 103 | 41 |
| Summe | 2.082.775 | 438.395 | 1.644.380 | 211.704 | 49.709 | 161.995 | 201.813 | 41.215 | 160.598 |
| Aufteilung Diesel-Benzin | | 21 % | 79 % | | 23 % | 77 % | | 20 % | 80 % |
| Anzahl Kfz < Euro 4 | 184.552 | 161.468 | 23.084 | 18.447 | 16.269 | 2.179 | 14.478 | 12.786 | 1.692 |
| Anteil an Summe | 9 % | 37 % | 1 % | 9 % | 33 % | 1 % | 7 % | 31 % | 1 % |

* Mittelwert aus Kfz-Bestand 1.1.2012 und Kfz-Bestand 1.1.2013, um Kfz-Bestand dem Jahresmittelwert 2012 für die Luftschadstoffe zuordnen zu können

¹ im Wesentlichen Benzin, aber auch Gas und andere

² Nicht schadstoffreduziert (nicht SSR) = Differenz aus Anzahl der PKW insgesamt minus Anzahl schadstoffreduziert

³ Nicht bzw. bedingt schadstoffreduziert, Emissionsklasse unbekannt und Oldtimer

Grün unterlegte Felder: Fahrzeuge mit hohen Motoremissionen; Ausnahmen bilden die bereits mit Rußpartikelfilter nachgerüsteten Diesel-Fahrzeuge, die jedoch keine Einordnung in eine neue Emissionsklasse erhalten

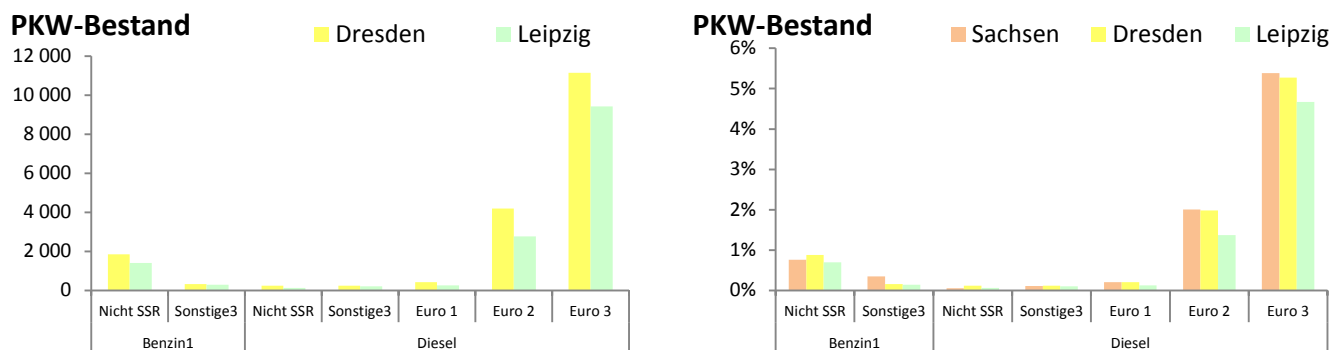


Abbildung 18: Absoluter und relativer Bestand an PKW mit hohen Motoremissionen nach Emissionsklassen in Sachsen, Dresden und Leipzig für das Analysejahr 2012

Tabelle 12: Bestand an Nutzfahrzeugen und der Teilmenge Kraftomnibusse nach Emissionsklassen in Sachsen, der Stadt Dresden und der Stadt Leipzig für das Analysejahr 2012* nach [KBA, 2013]

| NFZ | Sachsen | Dresden | Leipzig |
|--|----------------|---------------|---------------|
| nicht schadstoffreduziert ¹ | 54.206 | 2.058 | 1.311 |
| Sonstige ² | 13.917 | 276 | 464 |
| SKL-S1 | 17.791 | 1.350 | 858 |
| SKL-S2 | 33.775 | 2.595 | 2.066 |
| SKL-S3 | 66.927 | 6.160 | 6.121 |
| SKL-S4 | 18.705 | 1.870 | 1.787 |
| SKL-S5 | 31.169 | 3.082 | 2.708 |
| SKL-EEV | 5.722 | 508 | 553 |
| Euro 6 | 0 | 0 | 0 |
| Summe | 242.209 | 17.898 | 15.866 |
| Anteil an Summe Sachsen | | 7 % | 7 % |
| Reduzierungspotenzial | 186.614 | 12.439 | 10.819 |
| Anteil an Summe | 77 % | 69 % | 68 % |

| Kraftomnibusse | Sachsen | Dresden | Leipzig |
|--|--------------|------------|------------|
| nicht schadstoffreduziert ¹ | 361 | 26 | 24 |
| Sonstige ² | 211 | 4 | 3 |
| SKL-S1 | 73 | 7 | 7 |
| SKL-S2 | 795 | 80 | 32 |
| SKL-S3 | 1.049 | 192 | 20 |
| SKL-S4 | 420 | 54 | 9 |
| SKL-S5 | 513 | 104 | 35 |
| SKL-EEV | 338 | 30 | 58 |
| Euro 6 | 0 | 0 | 0 |
| Summe | 3.758 | 495 | 187 |
| Anteil an Summe Sachsen | | 13 % | 5 % |
| Reduzierungspotenzial | 2.487 | 308 | 85 |
| Anteil an Summe | 66 % | 62 % | 46 % |

* Mittelwert aus Kfz-Bestand 1.1.2012 und Kfz-Bestand 1.1.2013, um Kfz-Bestand dem Jahresmittelwert 2012 für die Luftschadstoffe zuordnen zu können

¹ Nicht schadstoffreduziert = Differenz aus Anzahl der NFZ insgesamt minus Anzahl NFZ schadstoffreduziert

² Nicht bzw. bedingt schadstoffreduziert, Emissionsklasse unbekannt und Oldtimer

Grün unterlegte Felder: Fahrzeuge mit hohen Motoremissionen; Ausnahmen bilden die bereits mit Rußpartikelfilter nachgerüsteten Diesel-Fahrzeuge, die jedoch keine Einordnung in eine neue Emissionsklasse erhalten.

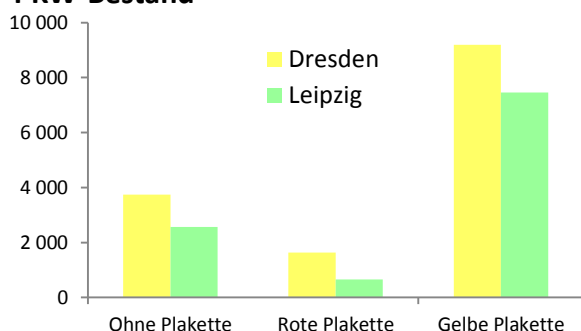
Tabelle 13: Bestand an Kraftfahrzeugen nach Plakettenfarbe der 35. BImSchV in Sachsen, der Stadt Dresden und Leipzig für das Analysejahr 2012* nach [KBA, 2013]

| | Sachsen | | Stadt Dresden | | Stadt Leipzig | |
|-----------------------|------------------|----------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| | PKW | NFZ | PKW | NFZ | PKW | NFZ |
| SG 1 - Ohne Plakette | 34.664 | 26.240 | 3.758 | 1.881 | 2.588 | 1.142 |
| SG 2 - Rote Plakette | 18.351 | 19.350 | 1.770 | 1.393 | 762 | 748 |
| SG 3 - Gelbe Plakette | 100.108 | 41.242 | 9.625 | 3.414 | 7.852 | 2.810 |
| SG 4 - Grüne Plakette | 1.929.348 | 96.256 | 196.503 | 9.242 | 190.516 | 9.369 |
| Summe | 2.082.471 | 183.088 | 211.656 | 15.929 | 201.717 | 14.068 |

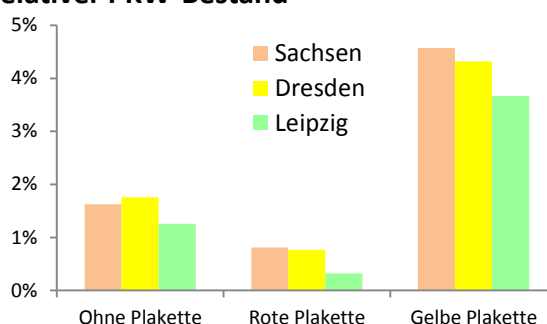
| | | | | | | |
|-----------------------|---------|--------|--------|-------|--------|-------|
| Minderungspotenzial | 153.123 | 86.832 | 15.153 | 6.687 | 11.202 | 4.700 |
| Anteil | 7 % | 47 % | 7 % | 42 % | 6 % | 33 % |
| Anteil grüne Plakette | 93 % | 53 % | 93 % | 58 % | 94 % | 67 % |

* Mittelwert aus der Statistik zum 1.1.2012 und 1.1.2013, um den Bestand dem Jahresmittelwert 2012 für die Luftschadstoffe zuordnen zu können
 Grün unterlegte Felder: Fahrzeuge mit zu hohen Emissionen für die Umweltzone Stufe „Grüne Plakette“ = Kfz-Bestand entspricht dem möglichen Minderungspotenzial einer Umweltzone. Ausnahmen bilden die bereits mit Rußpartikelfilter nachgerüsteten Fahrzeuge, die lediglich aufgrund der Auswerteroutine keiner höheren Schadstoffgruppe zugeordnet wurden.

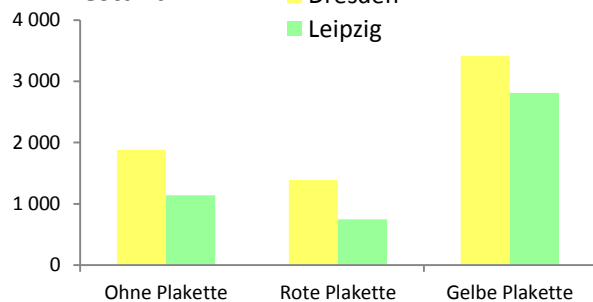
PKW-Bestand



Relativer PKW-Bestand



NFZ-Bestand



Relativer NFZ-Bestand

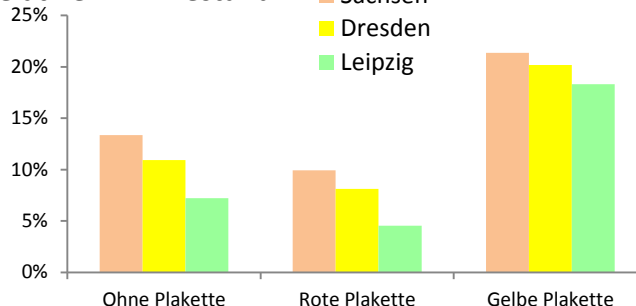


Abbildung 19: Absoluter und relativer Bestand an PKW und NFZ mit hohen Motoremissionen nach Plakettenfarbe in Sachsen, Dresden und Leipzig für das Analysejahr 2012

Kfz-Bestand mit grüner Plakette

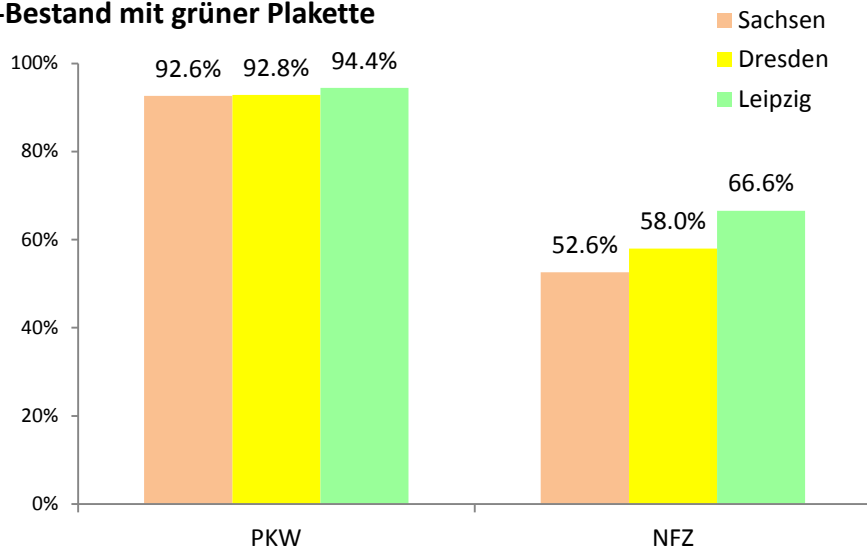


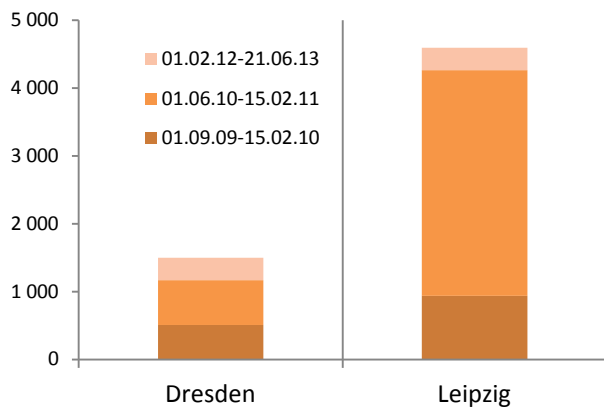
Abbildung 20: Relativer Bestand an PKW und NFZ mit grüner Plakette in Sachsen, Dresden und Leipzig für das Analysejahr 2012

Tabelle 14: Geförderte Partikelfilterumrüstung bei PKW (einschließlich Sonder-Kfz, wie z.B. Wohnmobile) und leichte Nutzfahrzeuge (ab 2010) in Sachsen, Dresden und Leipzig in den Jahren von 2009 bis 2013 nach [BAFA, 2013]

| Förderverfahren | Sachsen | | Stadt Dresden | | Stadt Leipzig | |
|--------------------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| | Pkw | LNfz | Pkw | LNfz | Pkw | LNfz |
| Antragsfrist | | | | | | |
| 01.09.09-15.02.10 | 3.965 | - ¹ | 510 | - ¹ | 935 | - ¹ |
| 01.06.10-15.02.11 | 8.848 | 1.563 | 657 | 56 | 3.327 | 673 |
| 01.02.12-21.06.13 | 3.354 | 480 | 330 | 35 | 332 | 55 |
| davon in 2013 | 418 | 62 | 34 | 4 | 71 | 6 |
| Gesamt, 2009-2012 | 15.749 | 1.981 | 1.463 | 87 | 4.523 | 722 |
| Anteil von Sachsen | 100,0 % | 100,0 % | 9,3 % | 4,4 % | 28,7 % | 36,4 % |
| Gesamt, 2009-2013 | 16.167 | 2.043 | 1.497 | 91 | 4.594 | 728 |
| Anteil von Sachsen | 100,0 % | 100,0 % | 9,3 % | 4,5 % | 28,4 % | 35,6 % |

¹ im Förderverfahren 2009 nicht gefördert

Anzahl PKW



Anzahl LNfz

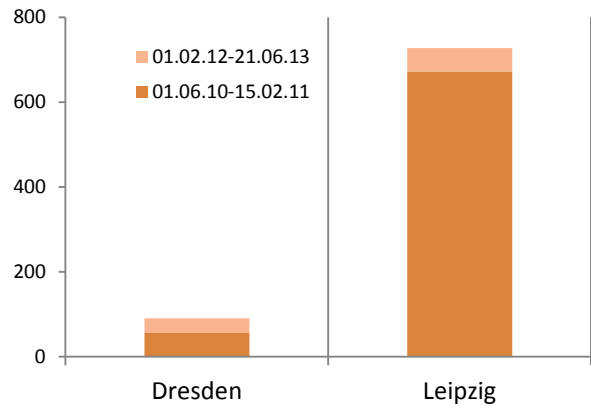


Abbildung 21: Anzahl der geförderten Nachrüstungen von Rußpartikelfiltern an PKW und leichten Nutzfahrzeugen (LNfz) in Dresden und Leipzig nach [BAFA, 2013]

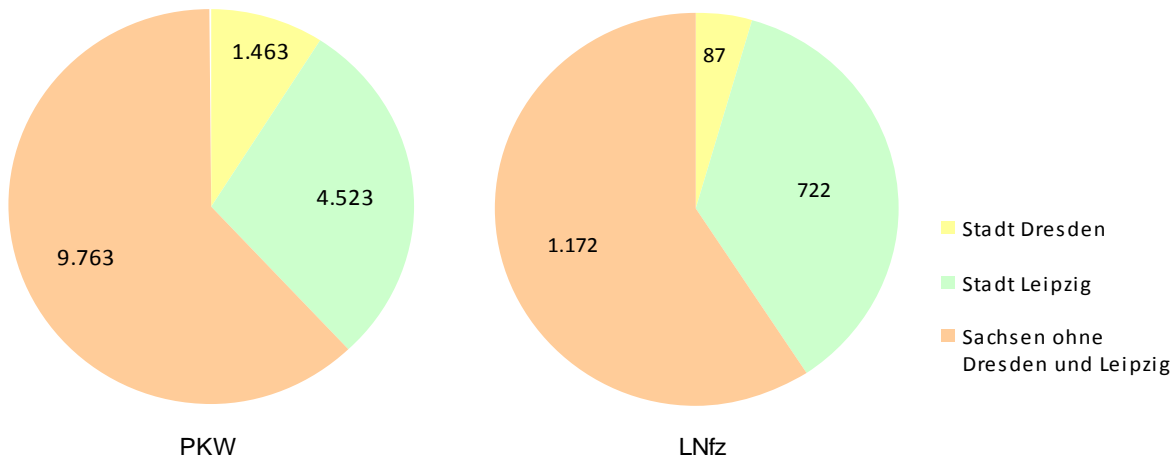


Abbildung 22: Geförderte Partikelnachrüstungen (absolut) bei PKW (einschließlich Sonder-Kfz, wie z.B. Wohnmobile) und leichte Nutzfahrzeuge (ab 2010) in Sachsen, Dresden und Leipzig von 2009 bis 2012 nach [BAFA, 2013]

Anlage 3: Datenqualität 2012 und 2013

Tabelle 15: Datenverfügbarkeit für Tagesmittelwerte 2012

| Stationstyp | Städtische Straße | | | | | Städt. Hintergrund | | | Regionaler Hintergrund | | | | |
|------------------------|-------------------|-------|------|------|------|--------------------|-------|------|------------------------|-------|-------|------|------|
| Messstation | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI | DDW | LWE | LIT | MEL | COL | SWB | RWD | BRO |
| PM ₁₀ | 98 % | 98 % | 99 % | 99 % | | 99 % | 100 % | | 99 % | 100 % | 98 % | 96 % | 97 % |
| PM _{2,5} | 98 % | 100 % | 99 % | | | 98 % | 99 % | | 99 % | 98 % | | | |
| NO ₂ | 98 % | 99 % | 99 % | 99 % | | 99 % | 99 % | | 96 % | 99 % | 100 % | 98 % | 97 % |
| EC ¹⁾ | 16 % | 17 % | 17 % | 17 % | | 16 % | 17 % | | 99 % | 17 % | | 16 % | |
| BC | 55 % | | 93 % | | 99 % | 69 % | 95 % | 91 % | 100 % | | | | |
| PN _{30-200nm} | 54 % | | 86 % | | 98 % | 86 % | 99 % | 93 % | 96 % | | | | |
| Kfz | | 91 % | 91 % | 90 % | | | | | | | | | |

¹⁾ Einsatzzeit MEL tägliche Probenahme, sonst aller 6 Tage

Grau unterlegte Felder = keine Messung

Tabelle 16: Datenverfügbarkeit für Tagesmittelwerte 2013

| Stationstyp | Städtische Straße | | | | | Städt. Hintergrund | | | Regionaler Hintergrund | | | | |
|------------------------|-------------------|-------|------|-------|------|--------------------|-------|------|------------------------|------|------|------|------|
| Messstation | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI | DDW | LWE | LIT | MEL | COL | SWB | RWD | BRO |
| PM ₁₀ | 100 % | 99 % | 99 % | 100 % | | 100 % | 100 % | | 100 % | 97 % | 99 % | 99 % | 99 % |
| PM _{2,5} | 100 % | 99 % | 98 % | | | 100 % | 100 % | | 100 % | 97 % | | | |
| NO ₂ | 99 % | 99 % | 99 % | 100 % | | 100 % | 100 % | | | 98 % | 99 % | 99 % | 99 % |
| EC ¹⁾ | 17 % | 17 % | 17 % | 17 % | | 17 % | 17 % | | 100 % | 16 % | | 17 % | |
| BC | 93 % | | 99 % | | 80 % | 96 % | 90 % | 98 % | 100 % | | | | |
| PN _{30-200nm} | 87 % | | 90 % | | 87 % | 91 % | 97 % | 91 % | 91 % | | | | |
| Kfz | | 100 % | 90 % | 84 % | | | | | | | | | |

¹⁾ Einsatzzeit MEL tägliche Probenahme, sonst aller 6 Tage

Grau unterlegte Felder = keine Messung

Tabelle 17: Messunsicherheit und Vergleichbarkeit der Daten

| Messgröße | Messunsicherheit für Jahresmittelwert | Vergleichbarkeit für Jahresmittelwert | Bemerkungen und Grundlage zur Abschätzung |
|------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
| PM ₁₀ | 10 % | 5 %* | HVS-Filtermessung mit Laborgravimetrie, BfUL Vergleichsmessungen, STIMES Vergleichsmessung in Wiesbaden |
| PM _{2,5} | 10 % | 5 %* | HVS-Filtermessung mit Laborgravimetrie, BfUL Vergleichsmessungen, STIMES Vergleichsmessung in Wiesbaden |
| EC | 20 % | 10 %* | Messung jeden 6. Tag, aber zeitlich synchron an allen Messstationen* |
| BC | k. A. ¹⁾ | 10 % | Ermittelt aus mehreren Vergleichsmessungen (5 %) am WCCAP, Zuschlag von 5 % für unvollständige Korrektur der verschiedenen Vorabscheider (PM ₁ , PM ₁₀) an verschiedenen Messorten |
| PN _{30-200nm} | 20 % | 15 % | Jährliche Vergleichsmessung am WCCAP und Round-Robin-Test mit Referenz-SMPS aller 3 Monate durch WCCAP (10 % im Labor, 15 % im Feld) |
| NO ₂ | 10 % | 5 %* | Tägliche Funktionskontrolle, Transferprüfung alle 3 Monate, STIMES-Ringversuche |

* für die Messstationen im Sächsischen Luftgüte-Messnetz (DDN, DDB, LMI, LLÜ, DDW, LWE, COL, SWB, RWD, BRO)

¹⁾ Kein festgelegtes Referenzmessverfahren vorhanden

Anlage 4: Statistik der Tagesmittelwerte 2012 und 2013

Gesetzliche Überwachungsgrößen

Tabelle 18: Statistik 2012 für PM₁₀ in µg/m³

| Stationstyp | Städtische Straße | | | | | Städt. Hintergrund | | | Regionaler Hintergrund | | | | |
|---------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-----|--------------------|-------------|-----|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Messstation | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI | DDW | LWE | LTR | MEL | COL | SWB | RWD | BRO |
| Verfügbarkeit | 98 % | 98 % | 99 % | 99 % | | 99 % | 100 % | | 99 % | 100 % | 98 % | 96 % | 97 % |
| JMW | 26,1 | 26,1 | 30,4 | 29,0 | | 19,9 | 19,2 | | 22,2 | 16,0 | 13,9 | 19,5 | 15,9 |
| Stabw | 14,8 | 14,8 | 15,6 | 16,7 | | 13,7 | 13,3 | | 11,3 | 12,0 | 9,5 | 13,5 | 11,9 |
| Rel.St. | 57 % | 57 % | 51 % | 58 % | | 69 % | 69 % | | 51 % | 75 % | 68 % | 69 % | 75 % |
| Maximum | 114 | 114 | 117 | 131 | | 104 | 117 | | 105 | 114 | 71 | 118 | 73 |
| 98-Perzentil | 75 | 75 | 71 | 77 | | 61 | 59 | | 53 | 51 | 41 | 58 | 53 |
| 90-Perzentil | 45 | 45 | 54 | 51 | | 38 | 36 | | 36 | 31 | 26 | 36 | 30 |
| 75-Perzentil | 31 | 31 | 36 | 33 | | 24 | 23 | | 26 | 19 | 17 | 23 | 19 |
| 50-Perzentil | 22,0 | 22,0 | 27,0 | 25,0 | | 16,0 | 16,0 | | 19,2 | 13,0 | 11,0 | 16,0 | 13,0 |
| 25-Perzentil | 17 | 17 | 19 | 18 | | 11 | 11 | | 15 | 9 | 8 | 11 | 8 |
| 10-Perzentil | 13 | 13 | 15 | 14 | | 8 | 8 | | 13 | 6 | 5 | 8 | 6 |
| 2-Perzentil | 10 | 10 | 10 | 9 | | 6 | 6 | | 10 | 4 | 3 | 6 | 3 |
| Minimum | 5 | 5 | 8 | 7 | | 3 | 4 | | 6 | 2 | 1 | 3 | 2 |
| Sommer | 21,2 | 21,3 | 27,4 | 24,3 | | 15,1 | 15,2 | | 19,7 | 12,8 | 12,6 | 15,2 | 13,2 |
| Winter | 31,1 | 31,1 | 33,3 | 33,6 | | 24,7 | 23,2 | | 24,7 | 19,3 | 15,3 | 23,6 | 18,7 |

Tabelle 19: Statistik 2013 für PM₁₀ in µg/m³

| Stationstyp | Städtische Straße | | | | | Städt. Hintergrund | | | Regionaler Hintergrund | | | | |
|---------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-----|--------------------|-------------|-----|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Messstation | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI | DDW | LWE | LTR | MEL | COL | SWB | RWD | BRO |
| Verfügbarkeit | 100 % | 99 % | 99 % | 100 % | | 100 % | 100 % | | 100 % | 97 % | 99 % | 99 % | 99 % |
| JMW | 26,5 | 28,7 | 28,0 | 29,3 | | 20,3 | 19,4 | | 22,0 | 16,1 | 13,7 | 19,7 | 17,6 |
| Stabw | 14,3 | 15,4 | 15,7 | 16,6 | | 13,1 | 12,6 | | 10,4 | 11,6 | 10,5 | 12,5 | 14,3 |
| Rel.St. | 54 % | 54 % | 56 % | 57 % | | 64 % | 65 % | | 47 % | 72 % | 77 % | 63 % | 82 % |
| Maximum | 81 | 93 | 153 | 91 | | 78 | 71 | | 66 | 69 | 82 | 78 | 135 |
| 98-Perzentil | 71 | 74 | 71 | 75 | | 59 | 61 | | 52 | 51 | 42 | 56 | 58 |
| 90-Perzentil | 46 | 49 | 48 | 53 | | 38 | 35 | | 35 | 31 | 25 | 36 | 33 |
| 75-Perzentil | 32 | 35 | 33 | 37 | | 25 | 24 | | 26 | 20 | 18 | 24 | 22 |
| 50-Perzentil | 23,0 | 24,0 | 24,0 | 24,5 | | 17,0 | 16,0 | | 20,4 | 13,0 | 11,5 | 16,0 | 14,0 |
| 25-Perzentil | 17 | 19 | 18 | 18 | | 12 | 11 | | 15 | 8 | 7 | 11 | 8 |
| 10-Perzentil | 13 | 14 | 14 | 13 | | 8 | 8 | | 11 | 6 | 4 | 8 | 6 |
| 2-Perzentil | 9 | 9 | 9 | 9 | | 5 | 5 | | 7 | 3 | 2 | 5 | 3 |
| Minimum | 4 | 5 | 4 | 4 | | 3 | 2 | | 4 | 2 | 0 | 1 | 2 |
| Sommer | 21,6 | 23,5 | 23,5 | 23,2 | | 15,5 | 15,1 | | 20,8 | 12,6 | 12,2 | 15,5 | 14,4 |
| Winter | 31,5 | 34,0 | 32,6 | 35,6 | | 25,2 | 23,9 | | 23,3 | 19,6 | 15,3 | 23,9 | 20,8 |

Tabelle 20: Anzahl der Tage 2012 mit PM₁₀-Grenzwertüberschreitung

| Stationstyp | Städtische Straße | | | | | Städt. Hintergrund | | | Regionaler Hintergrund | | | | |
|-------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|--------------------|-----|-----|------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Messstation | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI | DDW | LWE | LTR | MEL | COL | SWB | RWD | BRO |
| Anzahl | 21 | 21 | 39 | 37 | | 13 | 13 | | 10 | 8 | 2 | 13 | 12 |

Tabelle 21: Anzahl der Tage 2013 mit PM₁₀-Grenzwertüberschreitung

| Stationstyp | Städtische Straße | | | | | Städt. Hintergrund | | | Regionaler Hintergrund | | | | |
|-------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|--------------------|-----|-----|------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Messstation | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI | DDW | LWE | LTR | MEL | COL | SWB | RWD | BRO |
| Anzahl | 27 | 34 | 33 | 41 | | 14 | 11 | | 9 | 9 | 4 | 12 | 15 |

Tabelle 22: Statistik 2012 für PM_{2,5} in µg/m³

| Stationstyp | Städtische Straße | | | | | Städt. Hintergrund | | | Regionaler Hintergrund | | | | |
|---------------------|-------------------|-------------|-------------|-----|-----|--------------------|-------------|-----|------------------------|-------------|-----|-----|-----|
| | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI | DDW | LWE | LTR | MEL | COL | SWB | RWD | BRO |
| Verfügbarkeit | 98 % | 100 % | 99 % | | | 98 % | 99 % | | 99 % | 98 % | | | |
| JMW | 16,0 | 17,5 | 17,5 | | | 15,3 | 13,2 | | 18,2 | 11,1 | | | |
| Stabw | 12,1 | 12,5 | 12,5 | | | 12,7 | 11,8 | | 10,6 | 10,5 | | | |
| Rel.St. | 76 % | 72 % | 71 % | | | 83 % | 90 % | | 58 % | 95 % | | | |
| Maximum | 89 | 95 | 105 | | | 96 | 101 | | 98 | 94 | | | |
| 98-Perzentil | 56 | 59 | 55 | | | 54 | 50 | | 47 | 41 | | | |
| 90-Perzentil | 30 | 32 | 31 | | | 31 | 27 | | 30 | 24 | | | |
| 75-Perzentil | 19 | 21 | 21 | | | 19 | 16 | | 21 | 13 | | | |
| 50-Perzentil | 12,3 | 13,8 | 13,6 | | | 11,2 | 9,4 | | 15,6 | 7,3 | | | |
| 25-Perzentil | 9 | 10 | 10 | | | 7 | 6 | | 11 | 5 | | | |
| 10-Perzentil | 6 | 7 | 7 | | | 5 | 4 | | 9 | 3 | | | |
| 2-Perzentil | 5 | 5 | 5 | | | 4 | 3 | | 7 | 2 | | | |
| Minimum | 2 | 3 | 3 | | | 2 | 2 | | 5 | 1 | | | |
| Sommer | 11,5 | 13,2 | 13,0 | | | 10,1 | 9,0 | | 15,0 | 7,4 | | | |
| Winter | 20,8 | 21,8 | 22,1 | | | 20,7 | 17,5 | | 21,3 | 14,7 | | | |

Tabelle 23: Statistik 2013 für PM_{2,5} in µg/m³

| Stationstyp | Städtische Straße | | | | | Städt. Hintergrund | | | Regionaler Hintergrund | | | | |
|---------------------|-------------------|-------------|-------------|-----|-----|--------------------|-------------|-----|------------------------|-------------|-----|-----|-----|
| | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI | DDW | LWE | LTR | MEL | COL | SWB | RWD | BRO |
| Verfügbarkeit | 100 % | 99 % | 98 % | | | 100 % | 100 % | | 100 % | 97 % | | | |
| JMW | 17,0 | 18,4 | 17,8 | | | 16,0 | 13,8 | | 18,0 | 11,2 | | | |
| Stabw | 12,5 | 12,5 | 12,1 | | | 12,7 | 11,3 | | 10,1 | 10,1 | | | |
| Rel.St. | 73 % | 68 % | 68 % | | | 79 % | 81 % | | 56 % | 90 % | | | |
| Maximum | 71 | 76 | 70 | | | 72 | 62 | | 63 | 54 | | | |
| 98-Perzentil | 57 | 59 | 57 | | | 55 | 54 | | 51 | 44 | | | |
| 90-Perzentil | 34 | 35 | 34 | | | 32 | 28 | | 30 | 24 | | | |
| 75-Perzentil | 21 | 23 | 22 | | | 21 | 17 | | 21 | 13 | | | |
| 50-Perzentil | 12,7 | 14,2 | 13,4 | | | 12,0 | 9,8 | | 15,9 | 7,7 | | | |
| 25-Perzentil | 9 | 10 | 10 | | | 7 | 6 | | 11 | 5 | | | |
| 10-Perzentil | 6 | 7 | 7 | | | 5 | 5 | | 8 | 3 | | | |
| 2-Perzentil | 4 | 5 | 5 | | | 3 | 3 | | 6 | 2 | | | |
| Minimum | 3 | 3 | 4 | | | 2 | 2 | | 4 | 1 | | | |
| Sommer | 11,9 | 13,5 | 12,8 | | | 10,6 | 9,2 | | 15,4 | 7,9 | | | |
| Winter | 22,3 | 23,3 | 22,9 | | | 21,6 | 18,5 | | 20,7 | 14,6 | | | |

Tabelle 24: Statistik 2012 für NO₂ in µg/m³

| Stationstyp | Städtische Straße | | | | | Städt. Hintergrund | | | Regionaler Hintergrund | | | | |
|---------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-----|--------------------|-------------|-----|------------------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI | DDW | LWE | LTR | MEL | COL | SWB | RWD | BRO |
| Verfügbarkeit | 98 % | 99 % | 99 % | 99 % | | 99 % | 99 % | | 96 % | 99 % | 100 % | 98 % | 97 % |
| JMW | 36,2 | 48,1 | 45,8 | 34,1 | | 20,4 | 18,6 | | 10,9 | 10,3 | 7,5 | 15,3 | 10,9 |
| Stabw | 9,9 | 14,7 | 12,7 | 12,2 | | 9,4 | 9,6 | | 6,4 | 6,7 | 6,0 | 8,7 | 6,8 |
| Rel.St. | 27 % | 31 % | 28 % | 36 % | | 46 % | 51 % | | 58 % | 65 % | 80 % | 57 % | 63 % |
| Maximum | 66 | 88 | 82 | 71 | | 57 | 61 | | 45 | 47 | 31 | 49 | 48 |
| 98-Perzentil | 59 | 80 | 72 | 61 | | 44 | 47 | | 26 | 30 | 24 | 39 | 30 |
| 90-Perzentil | 50 | 67 | 63 | 51 | | 34 | 31 | | 20 | 20 | 16 | 28 | 20 |
| 75-Perzentil | 42 | 58 | 54 | 42 | | 26 | 23 | | 14 | 14 | 11 | 19 | 13 |
| 50-Perzentil | 35,9 | 47,4 | 45,2 | 32,8 | | 18,6 | 16,6 | | 9,3 | 7,5 | 5,9 | 12,9 | 9,1 |
| 25-Perzentil | 29 | 37 | 37 | 25 | | 14 | 12 | | 6 | 6 | 3 | 8 | 6 |
| 10-Perzentil | 24 | 29 | 30 | 19 | | 10 | 9 | | 5 | 4 | 1 | 6 | 5 |
| 2-Perzentil | 19 | 22 | 22 | 13 | | 7 | 6 | | 3 | 3 | 1 | 5 | 4 |
| Minimum | 16 | 15 | 17 | 7 | | 4 | 5 | | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 |
| Sommer | 33,8 | 48,9 | 43,8 | 31,5 | | 17,1 | 14,8 | | 8,0 | 7,2 | 4,9 | 11,6 | 8,1 |
| Winter | 38,6 | 47,2 | 47,7 | 36,6 | | 23,8 | 22,6 | | 13,7 | 13,4 | 10,0 | 19,0 | 13,6 |

Tabelle 25: Statistik 2013 für NO₂ in µg/m³

| Stationstyp | Städtische Straße | | | | | Städt. Hintergrund | | | Regionaler Hintergrund | | | | |
|---------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-----|--------------------|-------------|-----|------------------------|------------|------------|-------------|-------------|
| | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI | DDW | LWE | LTR | MEL | COL | SWB | RWD | BRO |
| Verfügbarkeit | 99 % | 99 % | 99 % | 100 % | | 100 % | 100 % | | | 98 % | 99 % | 99 % | 99 % |
| JMW | 33,8 | 47,0 | 45,3 | 35,8 | | 20,0 | 16,4 | | | 9,5 | 8,4 | 13,9 | 11,1 |
| Stabw | 10,1 | 15,0 | 12,1 | 14,3 | | 8,7 | 8,2 | | | 5,4 | 6,4 | 7,7 | 6,0 |
| Rel.St. | 30 % | 32 % | 27 % | 40 % | | 44 % | 50 % | | | 57 % | 76 % | 56 % | 54 % |
| Maximum | 74 | 103 | 88 | 84 | | 64 | 48 | | | 31 | 41 | 50 | 37 |
| 98-Perzentil | 56 | 78 | 71 | 67 | | 41 | 39 | | | 25 | 27 | 35 | 29 |
| 90-Perzentil | 47 | 65 | 61 | 56 | | 32 | 28 | | | 16 | 16 | 24 | 19 |
| 75-Perzentil | 41 | 58 | 53 | 46 | | 26 | 20 | | | 12 | 10 | 18 | 14 |
| 50-Perzentil | 32,9 | 47,0 | 44,8 | 34,3 | | 18,3 | 14,3 | | | 7,9 | 6,5 | 12,1 | 9,2 |
| 25-Perzentil | 27 | 36 | 37 | 24 | | 13 | 11 | | | 6 | 4 | 8 | 7 |
| 10-Perzentil | 21 | 29 | 29 | 19 | | 11 | 8 | | | 4 | 3 | 6 | 6 |
| 2-Perzentil | 16 | 19 | 23 | 13 | | 8 | 5 | | | 3 | 2 | 4 | 4 |
| Minimum | 14 | 13 | 22 | 9 | | 5 | 3 | | | 2 | 1 | 3 | 3 |
| Sommer | 31,3 | 46,8 | 44,2 | 31,1 | | 16,6 | 13,2 | | | 7,0 | 6,4 | 10,6 | 8,4 |
| Winter | 36,4 | 47,3 | 46,4 | 40,6 | | 23,4 | 19,7 | | | 12,1 | 10,4 | 17,2 | 14,0 |

Tabelle 26: Statistik 2012 für NO_x in µg/m³

| Stationstyp | Städtische Straße | | | | | Städt. Hintergrund | | | Regionaler Hintergrund | | | | |
|---------------------|-------------------|--------------|--------------|-------------|-----|--------------------|-------------|-----|------------------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI | DDW | LWE | LTR | MEL | COL | SWB | RWD | BRO |
| Verfügbarkeit | 98 % | 99 % | 99 % | 99 % | | 99 % | 99 % | | 96 % | 99 % | 100 % | 98 % | 97 % |
| JMW | 71,9 | 149,5 | 125,9 | 73,1 | | 28,1 | 24,5 | | 13,9 | 12,2 | 9,6 | 18,9 | 14,0 |
| Stabw | 34,7 | 68,0 | 50,8 | 40,6 | | 21,8 | 16,1 | | 8,7 | 7,6 | 6,8 | 11,9 | 8,3 |
| Rel.St. | 48 % | 45 % | 40 % | 56 % | | 78 % | 65 % | | 62 % | 62 % | 71 % | 63 % | 59 % |
| Maximum | 359 | 540 | 344 | 262 | | 256 | 113 | | 56 | 55 | 37 | 68 | 61 |
| 98-Perzentil | 155 | 328 | 253 | 183 | | 92 | 75 | | 38 | 34 | 30 | 55 | 37 |
| 90-Perzentil | 114 | 231 | 189 | 126 | | 51 | 44 | | 25 | 22 | 19 | 35 | 24 |
| 75-Perzentil | 88 | 182 | 156 | 92 | | 33 | 29 | | 18 | 16 | 13 | 22 | 17 |
| 50-Perzentil | 64,5 | 141,9 | 121,7 | 64,0 | | 21,9 | 19,5 | | 11,3 | 9,1 | 7,8 | 15,2 | 11,8 |
| 25-Perzentil | 47 | 99 | 89 | 46 | | 16 | 14 | | 8 | 7 | 5 | 10 | 9 |
| 10-Perzentil | 37 | 72 | 65 | 33 | | 12 | 11 | | 6 | 6 | 3 | 8 | 7 |
| 2-Perzentil | 28 | 49 | 48 | 19 | | 8 | 8 | | 4 | 5 | 3 | 6 | 5 |
| Minimum | 22 | 32 | 37 | 11 | | 5 | 7 | | 2 | 4 | 3 | 5 | 5 |
| Sommer | 60,9 | 145,6 | 111,1 | 62,1 | | 21,4 | 18,6 | | 9,7 | 8,8 | 6,9 | 14,1 | 11,0 |
| Winter | 83,4 | 153,3 | 141,0 | 84,1 | | 35,0 | 30,6 | | 18,1 | 15,8 | 12,4 | 23,6 | 17,0 |

Tabelle 27: Statistik 2013 für NO_x in µg/m³

| Stationstyp | Städtische Straße | | | | | Städt. Hintergrund | | | Regionaler Hintergrund | | | | |
|---------------------|-------------------|--------------|--------------|-------------|-----|--------------------|-------------|-----|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI | DDW | LWE | LTR | MEL | COL | SWB | RWD | BRO |
| Verfügbarkeit | 99 % | 99 % | 99 % | 100 % | | 100 % | 100 % | | | 98 % | 99 % | 99 % | 99 % |
| JMW | 69,5 | 155,0 | 125,3 | 80,3 | | 27,5 | 20,8 | | | 11,2 | 10,6 | 17,6 | 13,9 |
| Stabw | 30,4 | 71,6 | 47,3 | 45,9 | | 18,5 | 13,3 | | | 5,7 | 7,9 | 11,7 | 7,1 |
| Rel.St. | 44 % | 46 % | 38 % | 57 % | | 67 % | 64 % | | | 51 % | 75 % | 66 % | 51 % |
| Maximum | 201 | 433 | 377 | 231 | | 129 | 113 | | | 36 | 64 | 94 | 48 |
| 98-Perzentil | 158 | 328 | 242 | 195 | | 89 | 55 | | | 29 | 31 | 53 | 33 |
| 90-Perzentil | 110 | 246 | 188 | 142 | | 50 | 37 | | | 18 | 20 | 30 | 23 |
| 75-Perzentil | 83 | 196 | 150 | 109 | | 33 | 24 | | | 13 | 12 | 21 | 16 |
| 50-Perzentil | 63,8 | 144,5 | 120,3 | 69,6 | | 21,3 | 17,0 | | | 9,4 | 8,1 | 14,4 | 11,8 |
| 25-Perzentil | 49 | 101 | 93 | 43 | | 16 | 13 | | | 7 | 6 | 10 | 9 |
| 10-Perzentil | 36 | 74 | 69 | 31 | | 12 | 9 | | | 6 | 4 | 8 | 7 |
| 2-Perzentil | 24 | 49 | 52 | 20 | | 10 | 7 | | | 5 | 3 | 5 | 6 |
| Minimum | 19 | 28 | 42 | 12 | | 7 | 5 | | | 4 | 3 | 4 | 5 |
| Sommer | 63,5 | 149,7 | 115,0 | 65,2 | | 21,4 | 16,4 | | | 8,5 | 8,2 | 13,1 | 10,9 |
| Winter | 75,6 | 160,4 | 135,9 | 95,7 | | 33,7 | 25,4 | | | 13,9 | 12,9 | 22,0 | 17,0 |

Kfz-Zählergebnisse der Stadtverwaltung Leipzig und Dresden

Die Zählergebnisse wurden jeweils von den Stadtverwaltungen Dresden und Leipzig erhoben und geprüft. Die Einstundenwerte wurden als externe Daten in die sächsische Luftgütedatenbank eingelesen. Eine Tagessumme wurde nur gebildet, wenn 100 % der Einstundenwerte des Tages vorlagen.

Tabelle 28: Statistik 2012 für die Anzahl aller Kraftfahrzeuge (Kfz) pro Tag von Montag bis Sonntag

| Messstation | Kfz _{DTV,Mo-So} | | | | |
|---------------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|-----|
| | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI |
| Verfügbarkeit | | 91 % | 91 % | 90 % | |
| JMW | | 24.833 | 42.400 | 11.402 | |
| Stabw | | 5.359 | 8.763 | 4.445 | |
| Rel.St. | | 22 % | 21 % | 39 % | |
| Maximum | | 32.886 | 59.720 | 22.791 | |
| 98-Perzentil | | 32.326 | 57.206 | 21.892 | |
| 90-Perzentil | | 30.142 | 53.451 | 16.528 | |
| 75-Perzentil | | 28.709 | 49.420 | 15.202 | |
| 50-Perzentil | | 26.898 | 43.505 | 9.743 | |
| 25-Perzentil | | 20.820 | 36.213 | 8.013 | |
| 10-Perzentil | | 15.669 | 30.034 | 6.643 | |
| 2-Perzentil | | 14.116 | 24.033 | 4.705 | |
| Minimum | | 12.254 | 20.553 | 4.058 | |
| Sommer | | 25.254 | 43.345 | 7.951 | |
| Winter | | 24.427 | 41.498 | 14.205 | |

Tabelle 29: Statistik 2012 für die Anzahl der Schwerverkehrsfahrzeuge (SV) pro Tag von Montag bis Sonntag

| Messstation | SV _{DTV,Mo-So} | | | | |
|---------------------|-------------------------|--------------|--------------|------------|-----|
| | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI |
| Verfügbarkeit | | 91 % | 91 % | 90 % | |
| JMW | | 912 | 1.161 | 244 | |
| Stabw | | 402 | 487 | 176 | |
| Rel.St. | | 44 % | 42 % | 72 % | |
| Maximum | | 1.385 | 1.988 | 700 | |
| 98-Perzentil | | 1.369 | 1.869 | 641 | |
| 90-Perzentil | | 1.298 | 1.740 | 473 | |
| 75-Perzentil | | 1.242 | 1.610 | 407 | |
| 50-Perzentil | | 1.138 | 1.219 | 179 | |
| 25-Perzentil | | 447 | 743 | 133 | |
| 10-Perzentil | | 304 | 381 | 53 | |
| 2-Perzentil | | 237 | 268 | 15 | |
| Minimum | | 210 | 134 | 8 | |
| Sommer | | 977 | 1264 | 134 | |
| Winter | | 850 | 1065 | 333 | |

Tabelle 30: Statistik 2013 für die Anzahl aller Kraftfahrzeuge (Kfz) pro Tag von Montag bis Sonntag

| | Kfz_{DTV,Mo-So} | | | | |
|---------------------|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| Messstation | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI |
| Verfügbarkeit | | 100 % | 90 % | 84 % | |
| JMW | | 25.441 | 48.566 | 15.777 | |
| Stabw | | 5.675 | 9.897 | 6.528 | |
| Rel.St. | | 22 % | 20 % | 41 % | |
| Maximum | | 35.130 | 65.820 | 24.663 | |
| 98-Perzentil | | 32.925 | 62.015 | 23.739 | |
| 90-Perzentil | | 30.935 | 59.369 | 22.393 | |
| 75-Perzentil | | 29.674 | 56.888 | 20.637 | |
| 50-Perzentil | | 27.616 | 51.241 | 18.281 | |
| 25-Perzentil | | 21.426 | 41.236 | 11.683 | |
| 10-Perzentil | | 15.920 | 32.975 | 3.221 | |
| 2-Perzentil | | 13.746 | 27.342 | 2.188 | |
| Minimum | | 11.207 | 23.829 | 1.652 | |
| Sommer | | 26.230 | 46.952 | 12.897 | |
| Winter | | 24.635 | 49.986 | 18.189 | |

Tabelle 31: Statistik 2013 für die Anzahl der Schwerverkehrsfahrzeuge (SV) pro Tag von Montag bis Sonntag

| | SV_{DTV,Mo-So} | | | | |
|---------------------|-------------------------------|--------------|--------------|------------|------------|
| Messstation | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI |
| Verfügbarkeit | | 100 % | 90 % | 84 % | |
| JMW | | 969 | 1.273 | 417 | |
| Stabw | | 406 | 541 | 276 | |
| Rel.St. | | 42 % | 42 % | 66 % | |
| Maximum | | 1.632 | 2.391 | 1.277 | |
| 98-Perzentil | | 1.425 | 1.995 | 880 | |
| 90-Perzentil | | 1.364 | 1.831 | 736 | |
| 75-Perzentil | | 1.299 | 1.708 | 621 | |
| 50-Perzentil | | 1.160 | 1.443 | 518 | |
| 25-Perzentil | | 480 | 792 | 113 | |
| 10-Perzentil | | 347 | 388 | 71 | |
| 2-Perzentil | | 289 | 249 | 18 | |
| Minimum | | 248 | 177 | 4 | |
| Sommer | | 1.035 | 1.337 | 345 | |
| Winter | | 902 | 1.217 | 477 | |

Ergänzende wissenschaftliche Sondermessungen

Tabelle 32: Statistik 2012 für EC_{PM10} in µg/m³

| Stationstyp | Städtische Straße | | | | | Städt. Hintergrund | | | Regionaler Hintergrund | | | | |
|---------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-----|--------------------|-------------|-----|------------------------|-------------|-----|-------------|-----|
| Messstation | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI | DDW | LWE | LTR | MEL | COL | SWB | RWD | BRO |
| Verfügbarkeit | 16 % | 17 % | 17 % | 17 % | | 16 % | 17 % | | 99 % | 17 % | | 16 % | |
| JMW | 2,70 | 3,65 | 2,98 | 2,58 | | 1,88 | 1,58 | | 1,11 | 1,21 | | 1,60 | |
| Stabw | 1,74 | 2,12 | 1,50 | 1,72 | | 1,77 | 1,45 | | 1,57 | 1,14 | | 1,41 | |
| Rel.St. | 65 % | 58 % | 50 % | 67 % | | 95 % | 91 % | | 141 % | 94 % | | 88 % | |
| Maximum | | | | | | | | | 20,3 | | | | |
| 98-Perzentil | | | | | | | | | 4,1 | | | | |
| 90-Perzentil | | | | | | | | | 1,8 | | | | |
| 75-Perzentil | 2,8 | 4,2 | 3,4 | 2,8 | | 1,9 | 1,6 | | 1,2 | 1,2 | | 1,7 | |
| 50-Perzentil | 2,24 | 3,13 | 2,71 | 2,14 | | 1,35 | 1,17 | | 0,81 | 0,90 | | 1,24 | |
| 25-Perzentil | 1,9 | 2,7 | 2,1 | 1,7 | | 0,9 | 0,8 | | 0,5 | 0,6 | | 0,8 | |
| 10-Perzentil | | | | | | | | | 0,4 | | | | |
| 2-Perzentil | | | | | | | | | 0,2 | | | | |
| Minimum | | | | | | | | | 0,1 | | | | |
| Sommer | 2,15 | 3,08 | 2,75 | 2,07 | | 1,25 | 1,22 | | 0,85 | 0,88 | | 1,11 | |
| Winter | 3,25 | 4,19 | 3,21 | 3,08 | | 2,50 | 1,94 | | 1,37 | 1,53 | | 2,04 | |

Tabelle 33: Statistik 2013 für EC_{PM10} in µg/m³

| Stationstyp | Städtische Straße | | | | | Städt. Hintergrund | | | Regionaler Hintergrund | | | | |
|---------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-----|--------------------|-------------|-----|------------------------|-------------|-----|-------------|-----|
| Messstation | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI | DDW | LWE | LTR | MEL | COL | SWB | RWD | BRO |
| Verfügbarkeit | 17 % | 17 % | 17 % | 17 % | | 17 % | 17 % | | 100 % | 16 % | | 17 % | |
| JMW | 2,37 | 3,87 | 2,61 | 2,45 | | 1,84 | 1,50 | | 0,95 | 1,25 | | 1,45 | |
| Stabw | 0,99 | 1,82 | 1,16 | 1,25 | | 1,27 | 1,07 | | 0,76 | 1,25 | | 1,06 | |
| Rel.St. | 42 % | 47 % | 44 % | 51 % | | 69 % | 71 % | | 79 % | 101 % | | 73 % | |
| Maximum | | | | | | | | | 7,2 | | | | |
| 98-Perzentil | | | | | | | | | 2,5 | | | | |
| 90-Perzentil | | | | | | | | | 1,6 | | | | |
| 75-Perzentil | 2,8 | 4,5 | 3,1 | 3,0 | | 2,2 | 1,8 | | 1,1 | 1,6 | | 1,7 | |
| 50-Perzentil | 2,24 | 3,42 | 2,44 | 2,29 | | 1,68 | 1,25 | | 0,83 | 0,90 | | 1,24 | |
| 25-Perzentil | 1,7 | 2,8 | 1,8 | 1,7 | | 1,0 | 0,8 | | 0,5 | 0,6 | | 0,7 | |
| 10-Perzentil | | | | | | | | | 0,4 | | | | |
| 2-Perzentil | | | | | | | | | 0,2 | | | | |
| Minimum | | | | | | | | | 0,1 | | | | |
| Sommer | 2,18 | 3,58 | 2,38 | 2,14 | | 1,50 | 1,23 | | 0,85 | 0,97 | | 1,14 | |
| Winter | 2,56 | 4,16 | 2,84 | 2,77 | | 2,18 | 1,79 | | 1,05 | 1,51 | | 1,77 | |

Tabelle 34: Statistik 2012 für BC_{PM1} in µg/m³

| Stationstyp | Städtische Straße | | | | | Städt. Hintergrund | | | Regionaler Hintergrund | | | | |
|---------------------|-------------------|-----|-------------|-----|-------------|--------------------|-------------|-------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | DDN | DDB | LMI* | LLÜ | LEI | DDW | LWE* | LTR* | MEL* | COL | SWB | RWD | BRO |
| Verfügbarkeit | 55 % | | 93 % | | 99 % | 69 % | 95 % | 91 % | 100 % | | | | |
| JMW | 1,96 | | 2,43 | | 1,68 | 1,19 | 0,91 | 0,97 | 0,71 | | | | |
| Stabw | 1,07 | | 1,19 | | 1,06 | 1,08 | 0,79 | 0,98 | 0,85 | | | | |
| Rel.St. | 55 % | | 49 % | | 63 % | 91 % | 86 % | 101 % | 119 % | | | | |
| Maximum | 7,8 | | 9,8 | | 8,9 | 7,4 | 5,5 | 9,2 | 7,6 | | | | |
| 98-Perzentil | 5,2 | | 5,7 | | 4,7 | 4,7 | 3,7 | 3,8 | 3,4 | | | | |
| 90-Perzentil | 3,2 | | 3,8 | | 2,9 | 2,4 | 1,7 | 1,8 | 1,5 | | | | |
| 75-Perzentil | 2,3 | | 2,9 | | 2,0 | 1,4 | 1,1 | 1,1 | 0,7 | | | | |
| 50-Perzentil | 1,61 | | 2,24 | | 1,42 | 0,83 | 0,68 | 0,67 | 0,44 | | | | |
| 25-Perzentil | 1,3 | | 1,6 | | 1,1 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | | | | |
| 10-Perzentil | 1,1 | | 1,2 | | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | | | | |
| 2-Perzentil | 0,7 | | 0,8 | | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| Minimum | 0,6 | | 0,5 | | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| Sommer | 1,53 | | 2,30 | | 1,54 | 0,76 | 0,71 | 0,71 | 0,43 | | | | |
| Winter | 2,16 | | 2,56 | | 1,82 | 1,81 | 1,12 | 1,27 | 1,00 | | | | |

*Im PM10 gemessene Werte wurden nachträglich auf PM1 korrigiert

Tabelle 35: Statistik 2013 für BC_{PM1} in µg/m³

| Stationstyp | Städtische Straße | | | | | Städt. Hintergrund | | | Regionaler Hintergrund | | | | |
|---------------------|-------------------|-----|-------------|-----|-------------|--------------------|-------------|-------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | DDN | DDB | LMI* | LLÜ | LEI | DDW | LWE* | LTR* | MEL* | COL | SWB | RWD | BRO |
| Verfügbarkeit | 93 % | | 99 % | | 80 % | 96 % | 90 % | 98 % | 100 % | | | | |
| JMW | 1,98 | | 2,22 | | 1,71 | 1,09 | 0,90 | 0,96 | 0,68 | | | | |
| Stabw | 0,86 | | 0,87 | | 0,80 | 0,74 | 0,69 | 0,74 | 0,69 | | | | |
| Rel.St. | 43 % | | 39 % | | 47 % | 68 % | 76 % | 77 % | 102 % | | | | |
| Maximum | 5,7 | | 5,6 | | 4,9 | 4,0 | 4,4 | 4,6 | 4,6 | | | | |
| 98-Perzentil | 4,5 | | 4,5 | | 3,8 | 3,3 | 3,2 | 3,1 | 3,1 | | | | |
| 90-Perzentil | 3,0 | | 3,3 | | 2,7 | 2,1 | 1,6 | 1,8 | 1,4 | | | | |
| 75-Perzentil | 2,3 | | 2,6 | | 2,1 | 1,4 | 1,1 | 1,2 | 0,8 | | | | |
| 50-Perzentil | 1,78 | | 2,06 | | 1,63 | 0,90 | 0,69 | 0,74 | 0,43 | | | | |
| 25-Perzentil | 1,4 | | 1,7 | | 1,1 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | | | | |
| 10-Perzentil | 1,1 | | 1,2 | | 0,8 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | | | | |
| 2-Perzentil | 0,8 | | 0,9 | | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| Minimum | 0,6 | | 0,7 | | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | | | | |
| Sommer | 1,79 | | 2,02 | | 1,57 | 0,83 | 0,69 | 0,69 | 0,39 | | | | |
| Winter | 2,15 | | 2,41 | | 1,87 | 1,34 | 1,15 | 1,21 | 0,97 | | | | |

*Im PM10 gemessene Werte wurden nachträglich auf PM1 korrigiert

Tabelle 36: Statistik 2012 für PN_{30-200nm} in 1/cm³

| Stationstyp | Städtische Straße | | | | | Städt. Hintergrund | | | Regionaler Hintergrund | | | | |
|---------------------|-------------------|-----|--------------|-----|--------------|--------------------|--------------|--------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Messstation | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI | DDW | LWE | LTR | MEL | COL | SWB | RWD | BRO |
| Verfügbarkeit | 54 % | | 86 % | | 98 % | 86 % | 99 % | 93 % | 96 % | | | | |
| JMW | 6.067 | | 6.923 | | 6.043 | 4.495 | 3.402 | 3.579 | 2.950 | | | | |
| Stabw | 2.480 | | 2.425 | | 2.486 | 2.345 | 1.621 | 1.739 | 1.445 | | | | |
| Rel.St. | 41 % | | 35 % | | 41 % | 52 % | 48 % | 49 % | 49 % | | | | |
| Maximum | 15.816 | | 17.498 | | 18.350 | 13.113 | 10.079 | 12.792 | 8.986 | | | | |
| 98-Perzentil | 13.567 | | 12.576 | | 12.681 | 10.547 | 7.563 | 8.120 | 6.516 | | | | |
| 90-Perzentil | 9.209 | | 10.128 | | 9.238 | 7.666 | 5.463 | 5.634 | 4.857 | | | | |
| 75-Perzentil | 6.978 | | 8.389 | | 7.277 | 5.724 | 4.300 | 4.345 | 3.646 | | | | |
| 50-Perzentil | 5.761 | | 6.733 | | 5.686 | 4.124 | 3.066 | 3.313 | 2.754 | | | | |
| 25-Perzentil | 4.370 | | 5.148 | | 4.256 | 2.826 | 2.238 | 2.372 | 1.925 | | | | |
| 10-Perzentil | 3.224 | | 3.909 | | 3.237 | 1.791 | 1.695 | 1.739 | 1.363 | | | | |
| 2-Perzentil | 2.291 | | 2.964 | | 2.210 | 1.015 | 1.056 | 1.082 | 823 | | | | |
| Minimum | 1.850 | | 1.787 | | 1.468 | 561 | 725 | 679 | 534 | | | | |
| Sommer | 5.999 | | 7174 | | 6492 | 4872 | 3644 | 3730 | 3327 | | | | |
| Winter | 6.101 | | 6688 | | 5607 | 4055 | 3154 | 3422 | 2558 | | | | |

Tabelle 37: Statistik 2013 für PN_{30-200nm} in 1/cm³

| Stationstyp | Städtische Straße | | | | | Städt. Hintergrund | | | Regionaler Hintergrund | | | | |
|---------------------|-------------------|-----|--------------|-----|--------------|--------------------|--------------|--------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Messstation | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI | DDW | LWE | LTR | MEL | COL | SWB | RWD | BRO |
| Verfügbarkeit | 87 % | | 90 % | | 87 % | 91 % | 97 % | 91 % | 91 % | | | | |
| JMW | 6.457 | | 6.109 | | 6.369 | 4.083 | 3.056 | 3.619 | 2.920 | | | | |
| Stabw | 2.228 | | 2.055 | | 2.327 | 2.170 | 1.408 | 1.638 | 1.537 | | | | |
| Rel.St. | 35 % | | 34 % | | 37 % | 53 % | 46 % | 45 % | 53 % | | | | |
| Maximum | 13.521 | | 12.627 | | 14.138 | 13.739 | 8.795 | 9.271 | 9.236 | | | | |
| 98-Perzentil | 11.257 | | 10.755 | | 11.089 | 9.619 | 6.253 | 7.411 | 6.683 | | | | |
| 90-Perzentil | 9.537 | | 8.826 | | 9.638 | 7.107 | 5.056 | 5.927 | 5.233 | | | | |
| 75-Perzentil | 8.046 | | 7.331 | | 7.959 | 5.229 | 3.917 | 4.659 | 3.746 | | | | |
| 50-Perzentil | 6.194 | | 5.888 | | 6.242 | 3.631 | 2.769 | 3.317 | 2.550 | | | | |
| 25-Perzentil | 4.731 | | 4.603 | | 4.679 | 2.455 | 1.950 | 2.347 | 1.771 | | | | |
| 10-Perzentil | 3.714 | | 3.547 | | 3.502 | 1.606 | 1.512 | 1.781 | 1.295 | | | | |
| 2-Perzentil | 2.798 | | 2.741 | | 2.506 | 1.092 | 1.076 | 1.147 | 945 | | | | |
| Minimum | 2.097 | | 1.839 | | 1.547 | 532 | 416 | 585 | 294 | | | | |
| Sommer | 7.029 | | 6.612 | | 6.819 | 4.595 | 3.386 | 3.902 | 3.252 | | | | |
| Winter | 6.005 | | 5.658 | | 5.839 | 3.651 | 2.713 | 3.310 | 2.579 | | | | |

Tabelle 38: Statistik 2012 für PM_{30-200nm} in µg/m³

| Stationstyp | Städtische Straße | | | | | Städt. Hintergrund | | | Regionaler Hintergrund | | | | |
|---------------------|-------------------|-----|-------------|-----|-------------|--------------------|-------------|-------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI | DDW | LWE | LTR | MEL | COL | SWB | RWD | BRO |
| Verfügbarkeit | 47 % | | 82 % | | 89 % | 77 % | 92 % | 89 % | 89 % | | | | |
| JMW | 4,27 | | 4,33 | | 4,13 | 3,34 | 2,46 | 2,63 | 2,35 | | | | |
| Stabw | 2,71 | | 2,29 | | 2,26 | 2,15 | 1,58 | 1,78 | 1,51 | | | | |
| Rel.St. | 63 % | | 53 % | | 55 % | 64 % | 64 % | 67 % | 64 % | | | | |
| Maximum | 12,3 | | 12,0 | | 14,2 | 11,2 | 9,3 | 11,0 | 9,0 | | | | |
| 98-Perzentil | 10,7 | | 9,8 | | 10,6 | 8,1 | 7,4 | 7,8 | 6,8 | | | | |
| 90-Perzentil | 7,7 | | 6,8 | | 6,8 | 6,0 | 4,3 | 4,7 | 4,2 | | | | |
| 75-Perzentil | 5,1 | | 5,3 | | 4,9 | 4,4 | 2,9 | 3,1 | 2,9 | | | | |
| 50-Perzentil | 3,75 | | 3,94 | | 3,65 | 2,97 | 2,13 | 2,29 | 2,04 | | | | |
| 25-Perzentil | 2,7 | | 3,1 | | 2,7 | 1,9 | 1,4 | 1,5 | 1,3 | | | | |
| 10-Perzentil | 1,8 | | 2,2 | | 2,0 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,9 | | | | |
| 2-Perzentil | 1,4 | | 1,6 | | 1,3 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | | | | |
| Minimum | 1,3 | | 1,0 | | 0,8 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | | | | |
| Sommer | - | | 4,33 | | 4,15 | 3,27 | 2,41 | 2,52 | 2,37 | | | | |
| Winter | 4,44 | | 4,21 | | 4,21 | 3,44 | 2,41 | 2,68 | 2,26 | | | | |

Tabelle 39: Statistik 2013 für PM_{30-200nm} in µg/m³

| Stationstyp | Städtische Straße | | | | | Städt. Hintergrund | | | Regionaler Hintergrund | | | | |
|---------------------|-------------------|-----|-------------|-----|-------------|--------------------|-------------|-------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI | DDW | LWE | LTR | MEL | COL | SWB | RWD | BRO |
| Verfügbarkeit | 80 % | | 84 % | | 79 % | 83 % | 90 % | 83 % | 85 % | | | | |
| JMW | 4,41 | | 3,91 | | 4,05 | 3,13 | 2,19 | 2,72 | 2,29 | | | | |
| Stabw | 2,14 | | 1,78 | | 2,13 | 1,80 | 1,19 | 1,57 | 1,45 | | | | |
| Rel.St. | 48 % | | 45 % | | 53 % | 57 % | 54 % | 58 % | 63 % | | | | |
| Maximum | 10,0 | | 11,3 | | 11,6 | 8,0 | 8,0 | 9,2 | 8,7 | | | | |
| 98-Perzentil | 8,1 | | 7,5 | | 7,8 | 7,0 | 4,9 | 6,1 | 5,8 | | | | |
| 90-Perzentil | 6,7 | | 5,9 | | 6,4 | 5,4 | 3,8 | 4,6 | 4,2 | | | | |
| 75-Perzentil | 5,7 | | 4,7 | | 5,1 | 4,2 | 2,9 | 3,6 | 3,0 | | | | |
| 50-Perzentil | 4,20 | | 3,74 | | 3,77 | 2,85 | 1,94 | 2,35 | 1,99 | | | | |
| 25-Perzentil | 3,1 | | 2,8 | | 2,7 | 1,9 | 1,2 | 1,6 | 1,3 | | | | |
| 10-Perzentil | 2,4 | | 2,3 | | 1,9 | 1,2 | 0,9 | 1,1 | 0,9 | | | | |
| 2-Perzentil | 1,7 | | 1,6 | | 1,4 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,6 | | | | |
| Minimum | 1,2 | | 1,2 | | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | | | | |
| Sommer | 4,53 | | 4,14 | | 4,49 | 3,11 | 2,24 | 2,73 | 2,36 | | | | |
| Winter | 4,19 | | 3,61 | | 4,69 | 3,00 | 2,02 | 2,49 | 2,09 | | | | |

Anlage 5: Nachtrag für Statistik der Tagesmittelwerte 2010 und 2011 für BC und PN (Betriebszustand)

Tabelle 40: Nachtrag der Statistik 2010 für BC_{PM1} in µg/m³ bezogen auf das Volumen im Betriebszustand

| Stationstyp | Städtische Straße | | | | | Städt. Hintergrund | | | Regionaler Hintergrund | | | | |
|---------------------|-------------------|-----|-------------|-----|-------------|--------------------|-------------|-------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | DDN | DDB | LMI* | LLÜ | LEI | DDW | LWE* | LTR* | MEL* | COL | SWB | RWD | BRO |
| Verfügbarkeit | 99 % | | 50 % | | 95 % | | 48 % | 96 % | 98 % | | | | |
| JMW | 2,61 | | 3,21 | | 2,25 | | 1,18 | 1,19 | 0,93 | | | | |
| Stabw | 1,21 | | 1,47 | | 1,29 | | 1,02 | 1,28 | 1,29 | | | | |
| Rel.St. | 46 % | | 46 % | | 57 % | | 87 % | 108 % | 139 % | | | | |
| Maximum | 10,9 | | 10,4 | | 10,2 | | 8,8 | 11,6 | 10,2 | | | | |
| 98-Perzentil | 5,8 | | 6,6 | | 6,0 | | 3,6 | 4,9 | 5,2 | | | | |
| 90-Perzentil | 4,0 | | 5,0 | | 3,5 | | 2,3 | 2,3 | 2,0 | | | | |
| 75-Perzentil | 3,0 | | 3,9 | | 2,8 | | 1,5 | 1,4 | 1,0 | | | | |
| 50-Perzentil | 2,39 | | 3,05 | | 1,99 | | 0,90 | 0,80 | 0,52 | | | | |
| 25-Perzentil | 1,9 | | 2,2 | | 1,4 | | 0,5 | 0,5 | 0,3 | | | | |
| 10-Perzentil | 1,5 | | 1,5 | | 1,0 | | 0,4 | 0,4 | 0,2 | | | | |
| 2-Perzentil | 0,9 | | 0,9 | | 0,7 | | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| Minimum | 0,6 | | 0,8 | | 0,4 | | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | |
| Sommer | 2,35 | | 3,34 | | 2,06 | | 1,01 | 0,77 | 0,51 | | | | |
| Winter | 2,89 | | 2,94 | | 2,43 | | 1,50 | 1,60 | 1,37 | | | | |

* Im PM₁₀ gemessene Werte wurden nachträglich auf PM₁ korrigiert

Tabelle 41: Nachtrag der Statistik 2011 für BC_{PM1} in µg/m³ bezogen auf das Volumen im Betriebszustand

| Stationstyp | Städtische Straße | | | | | Städt. Hintergrund | | | Regionaler Hintergrund | | | | |
|---------------------|-------------------|-----|-------------|-----|-------------|--------------------|-------------|-------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | DDN | DDB | LMI* | LLÜ | LEI | DDW | LWE* | LTR* | MEL* | COL | SWB | RWD | BRO |
| Verfügbarkeit | 94 % | | 93 % | | 85 % | | 96 % | 95 % | 100 % | | | | |
| JMW | 2,41 | | 2,56 | | 1,71 | | 1,18 | 1,12 | 0,80 | | | | |
| Stabw | 1,03 | | 1,33 | | 1,14 | | 1,04 | 0,99 | 0,90 | | | | |
| Rel.St. | 43 % | | 52 % | | 67 % | | 88 % | 88 % | 112 % | | | | |
| Maximum | 7,7 | | 8,8 | | 7,7 | | 6,1 | 6,4 | 5,4 | | | | |
| 98-Perzentil | 5,4 | | 6,2 | | 5,0 | | 4,6 | 4,1 | 3,6 | | | | |
| 90-Perzentil | 3,7 | | 4,4 | | 3,0 | | 2,6 | 2,4 | 2,0 | | | | |
| 75-Perzentil | 2,8 | | 3,2 | | 2,1 | | 1,6 | 1,4 | 1,0 | | | | |
| 50-Perzentil | 2,21 | | 2,26 | | 1,42 | | 0,77 | 0,75 | 0,43 | | | | |
| 25-Perzentil | 1,8 | | 1,6 | | 1,0 | | 0,5 | 0,5 | 0,3 | | | | |
| 10-Perzentil | 1,3 | | 1,1 | | 0,6 | | 0,3 | 0,3 | 0,2 | | | | |
| 2-Perzentil | 0,9 | | 0,7 | | 0,4 | | 0,2 | 0,2 | 0,03 | | | | |
| Minimum | 0,7 | | 0,5 | | 0,3 | | 0,1 | 0,1 | 0,01 | | | | |
| Sommer | 2,12 | | 2,23 | | 1,69 | | 0,84 | 0,85 | 0,47 | | | | |
| Winter | 2,70 | | 2,93 | | 1,75 | | 1,53 | 1,40 | 1,14 | | | | |

* Im PM₁₀ gemessene Werte wurden nachträglich auf PM₁ korrigiert

Tabelle 42: Nachtrag der Statistik 2010 für PN_{30-200nm} in 1/cm³ bezogen auf das Volumen im Betriebszustand

| Stationstyp | Städtische Straße | | | | | Städt. Hintergrund | | | Regionaler Hintergrund | | | | |
|---------------------|-------------------|-----|--------------|-----|--------------|--------------------|--------------|--------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI | DDW | LWE | LTR | MEL | COL | SWB | RWD | BRO |
| Verfügbarkeit | 82 % | | 36 % | | 99 % | | 47 % | 95 % | 84 % | | | | |
| JMW | 6.102 | | 8.655 | | 6.884 | | 3.658 | 4.282 | 3.028 | | | | |
| Stabw | 2.010 | | 3.072 | | 2.508 | | 1.581 | 2.140 | 1.512 | | | | |
| Rel.St. | 33 % | | 35 % | | 36 % | | 43 % | 50 % | 50 % | | | | |
| Maximum | 14.208 | | 17.195 | | 15.106 | | 9.380 | 13.378 | 8.949 | | | | |
| 98-Perzentil | 10.414 | | 15.652 | | 12.994 | | 6.971 | 10.151 | 7.011 | | | | |
| 90-Perzentil | 8.669 | | 13.027 | | 10.433 | | 5.835 | 7.007 | 5.168 | | | | |
| 75-Perzentil | 7.334 | | 10.361 | | 8.454 | | 4.591 | 5.394 | 3.760 | | | | |
| 50-Perzentil | 5.941 | | 8.501 | | 6.507 | | 3.408 | 3.911 | 2.801 | | | | |
| 25-Perzentil | 4.645 | | 6.556 | | 4.992 | | 2.526 | 2.672 | 1.896 | | | | |
| 10-Perzentil | 3.812 | | 5.030 | | 3.960 | | 1.805 | 1.949 | 1.357 | | | | |
| 2-Perzentil | 2.517 | | 2.683 | | 2.681 | | 1.251 | 1.387 | 926 | | | | |
| Minimum | 1.781 | | 2.516 | | 1.758 | | 1.000 | 864 | 623 | | | | |
| Sommer | 6.174 | | 9.135 | | 6.903 | | 3.749 | 4.503 | 3.198 | | | | |
| Winter | 6.027 | | 7.199 | | 6.865 | | 3.487 | 4.048 | 2.875 | | | | |

Tabelle 43: Nachtrag der Statistik 2011 für PN_{30-200nm} in 1/cm³ bezogen auf das Volumen im Betriebszustand

| Stationstyp | Städtische Straße | | | | | Städt. Hintergrund | | | Regionaler Hintergrund | | | | |
|---------------------|-------------------|-----|--------------|-----|--------------|--------------------|--------------|--------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | DDN | DDB | LMI | LLÜ | LEI | DDW | LWE | LTR | MEL | COL | SWB | RWD | BRO |
| Verfügbarkeit | 88 % | | 89 % | | 86 % | 90 % | 82 % | 82 % | 76 % | | | | |
| JMW | 6.513 | | 7.070 | | 6.113 | 4.485 | 3.901 | 4.084 | 2.901 | | | | |
| Stabw | 2.230 | | 2.729 | | 2.622 | 2.300 | 1.877 | 2.121 | 1.615 | | | | |
| Rel.St. | 34 % | | 39 % | | 43 % | 51 % | 48 % | 52 % | 56 % | | | | |
| Maximum | 14.144 | | 18.956 | | 16.416 | 11.970 | 9.585 | 11.323 | 9.209 | | | | |
| 98-Perzentil | 11.596 | | 13.454 | | 11.598 | 9.425 | 8.080 | 8.469 | 7.172 | | | | |
| 90-Perzentil | 9.554 | | 10.704 | | 9.452 | 7.690 | 6.525 | 6.829 | 5.107 | | | | |
| 75-Perzentil | 7.757 | | 8.777 | | 8.043 | 5.898 | 5.304 | 5.629 | 3.740 | | | | |
| 50-Perzentil | 6.269 | | 6.814 | | 6.047 | 4.191 | 3.616 | 3.809 | 2.528 | | | | |
| 25-Perzentil | 4.923 | | 5.192 | | 4.074 | 2.549 | 2.353 | 2.367 | 1.749 | | | | |
| 10-Perzentil | 3.803 | | 3.889 | | 2.794 | 1.781 | 1.686 | 1.613 | 1.287 | | | | |
| 2-Perzentil | 2.950 | | 2.279 | | 1.894 | 1.071 | 1.066 | 956 | 813 | | | | |
| Minimum | 2.026 | | 1.456 | | 1.625 | 672 | 701 | 762 | 394 | | | | |
| Sommer | 6.764 | | 7.223 | | 5.911 | 4.894 | 4.057 | 4.414 | 3.301 | | | | |
| Winter | 6.254 | | 6.944 | | 6.296 | 4.135 | 3.777 | 3.661 | 2.408 | | | | |

Anlage 6: Einfluss der Bautätigkeit auf die PM₁₀-Immission an der Messstation Leipzig-Mitte in 2012 und 2013

Beeinflussen Baustellen die PM₁₀-Massenkonzentration?

Um die PM₁₀-Massenkonzentration richtig zu erfassen und zu deuten, müssen exakt die Bedingungen an jeder einzelnen Station dokumentiert sein. Standortwechsel oder zusätzliche Quellen im Umkreis der Messstationen müssen erkannt und berücksichtigt werden.

In unmittelbarer Nähe der Station LMI wurde ein neues Einkaufszentrum "Höfe am Brühl" errichtet.

Dies begann mit dem Abriss der vormaligen Wohnblöcke Ende 2007, der Aushebung der Baugrube und der im Jahr 2010 beginnenden Neubauung des Einkaufszentrums „Höfe am Brühl“, das im September 2012 eröffnet wurde. Neben dazu erforderlichen Straßenumbauarbeiten erfolgte parallel dazu und im weiteren Zeitverlauf die Umgestaltung des angrenzenden denkmalgeschützten Ringgrüns.

Da die Zusatzbelastung während der Bauzeit an manchen Tagen derart hoch war, hatte sie fundamentale Auswirkung auf die PM₁₀-Statistik. Der Jahresmittelwert betrug in LMI im Jahr 2011 rund 35 µg/m³, ein Wert der seit dem Jahr 2006 nicht mehr erreicht bzw. überschritten wurde

Bei Baustellen werden hauptsächlich grobe Partikel ($D_p \geq 1 \mu\text{m}$) emittiert. Durch Abriss, Teilabbau und Aufwirbelung von Sand erhöht sich die Konzentration um ein Vielfaches gegenüber „normalen“ Verhältnissen. Diese Tage, an denen eine hohe Zusatzbelastung durch die Baustelle vorlag, müssen ermittelt werden. Hierfür werden im Messnetz relevante verkehrsnahen Stationen miteinander verglichen und daraus eine Zusatzbelastung durch die vorherrschende Baustellentätigkeit ermittelt.

In der Nähe der Messstation LLÜ waren ebenfalls Bauarbeiten, hier sind immer wieder Straßenarbeiten vollzogen worden. Auch hier wird ein möglicher Einfluss ermittelt.

Methode

Wie die zusätzliche Baustellenbelastung berechnet wird, ist die schon im ersten wie auch im zweiten Umweltzonen-Bericht [LfULG, 2012 und 2013] gezeigt worden. Doch an dieser Stelle wird die Methode noch einmal kurz wiederholt.

Es werden die ½-h-Mittelwerte für PM₁₀ der Messstation Leipzig-Mitte (LMI) denen der drei weiteren verkehrsnahen Messstationen (LLÜ, DDN, DDB) verglichen. Die folgenden Kriterien sind für die Bautätigkeit definiert:

Median der drei Vergleichsstationen kleiner 50 µg/m³ PM₁₀ für ½-h-Mittel gegenüber LMI

Mindestens zwei ½-h-Werte erfüllen 1. Anstrich

Vergleichsstation LLÜ darf keinen ähnlichen Verlauf wie LMI aufweisen

Zusatzbelastung für die „lokale Bautätigkeit“ (PM10_ZB_Bau) erfolgt aus ½-h-Werten, danach wird die Zusatzbelastung auf den Tagesmittelwert bezogen

Eigentlich ist vorgesehen worden, diese Methode auch mit den Partikelgrößenspektrometern TDMPs und APS für berechnetes PM_{2,5} und PM₁₀ zu ermitteln und verifizieren, jedoch war es technisch leider nicht möglich, an den Tagen sehr hoher Zusatzbelastung das berechnete PM₁₀ mit dem gemessenen zu vergleichen. Leider schneidet der APS ab etwa 5 µm zu sehr die Größenverteilung ab und erfasst somit nicht die gesamte grobe Fraktion. Jedoch genau diese macht die Zusatzbelastung durch die Baustellentätigkeit aus.

Für LLÜ wird analog vorgegangen gegenüber LMI.

Ergebnisse für das Jahr 2012

Für das Jahr 2012 wurde mit der gleichen Methode eine Baustellenzusatzbelastung ermittelt. Ab diesem Auswertejahr lagen jedoch 1h-Mittelwerte zu Verfügung. Außerdem wird es keinen Vergleich mit den Größenverteilungen an der Station LMI geben, da seit Februar 2012 kein APS-Messgerät mehr am Messstandort LMI Daten erfasst.

Leipzig-Mitte (LMI)

Tabelle 44: Tage mit signifikantem Einfluss der Bautätigkeit auf den Tagesmittelwert PM₁₀ an der Station LMI im Jahr 2012

| Tag | PM10_ZB_Bau in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | PM10_Andere Quellen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | PM10_GB in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | GW-Ü durch Bautätigkeit? | Anteil ZB_Bau |
|------------------------------|---|---|-------------------------------------|--------------------------|---------------|
| Mittwoch, 7. März 2012 | 15 | 54 | 69 | nein | 22 % |
| Mittwoch, 14. März 2012 | 11 | 41 | 52 | ja | 21 % |
| Donnerstag, 15. März 2012 | 24 | 65 | 89 | nein | 27 % |
| Freitag, 16. März 2012 | 33 | 61 | 94 | nein | 35 % |
| Dienstag, 20. März 2012 | 5 | 51 | 56 | nein | 9 % |
| Dienstag, 27. März 2012 | 6 | 60 | 66 | nein | 10 % |
| Donnerstag, 29. März 2012 | 10 | 41 | 51 | ja | 19 % |
| Donnerstag, 12. April 2012 | 8 | 28 | 36 | nein | 21 % |
| Mittwoch, 25. April 2012 | 3 | 30 | 33 | nein | 8 % |
| Donnerstag, 26. April 2012 | 11 | 32 | 43 | nein | 26 % |
| Freitag, 27. April 2012 | 4 | 40 | 44 | nein | 10 % |
| Dienstag, 8. Mai 2012 | 5 | 30 | 35 | nein | 13 % |
| Donnerstag, 10. Mai 2012 | 5 | 35 | 40 | nein | 12 % |
| Montag, 11. Juni 2012 | 2 | 32 | 35 | nein | 6 % |
| Freitag, 29. Juni 2012 | 5 | 36 | 41 | nein | 12 % |
| Samstag, 21. Juli 2012 | 7 | 31 | 38 | nein | 20 % |
| Montag, 23. Juli 2012 | 2 | 29 | 31 | nein | 7 % |
| Freitag, 27. Juli 2012 | 8 | 48 | 56 | ja | 15 % |
| Samstag, 28. Juli 2012 | 16 | 33 | 49 | nein | 33 % |
| Donnerstag, 2. August 2012 | 5 | 36 | 42 | nein | 13 % |
| Montag, 20. August 2012 | 16 | 43 | 59 | ja | 27 % |
| Mittwoch, 29. August 2012 | 4 | 36 | 41 | nein | 10 % |
| Mittwoch, 5. September 2012 | 7 | 42 | 48 | nein | 14 % |
| Samstag, 8. September 2012 | 3 | 38 | 41 | nein | 8 % |
| Montag, 10. September 2012 | 36 | 39 | 75 | ja | 48 % |
| Dienstag, 11. September 2012 | 18 | 41 | 60 | ja | 31 % |
| Dienstag, 18. September 2012 | 5 | 43 | 48 | nein | 11 % |
| Mittwoch, 17. Oktober 2012 | 3 | 30 | 32 | nein | 8 % |

In Tabelle 44 sind alle Tage des Jahres 2012 mit signifikantem Einfluss der Bautätigkeit auf den Tagesmittelwert von PM₁₀ an der Station LMI aufgelistet. An 28 Tagen kam es zu einer solchen Zusatzbelastung und an 6 Tagen kam es durch diese Zusatzbelastung zu einer Grenzwertüberschreitung im Tagesmittel von über 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Bei einem PM₁₀-Jahrmittelwert von 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ lag die Zusatzbelastung bei 0,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, was etwa 3 % entspricht. Im Vergleich zum Jahr 2011 war das ein erheblicher Rückgang, was aber auch daraus resultiert, dass die Bauarbeiten für die „Höfe am Brühl“ deutlich zurückgingen mit deren offizieller Eröffnung im September 2012.

Leipzig-Lützner Straße (LLÜ)

Tabelle 45: Tage mit signifikantem Einfluss der Bautätigkeit auf den Tagesmittelwert PM₁₀ an der Station LLÜ im Jahr 2012

| Tag | PM10_ZB_Bau in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | PM10_Andere Quellen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | PM10_GB in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | GW-Ü durch Bautätigkeit? | Anteil ZB_Bau |
|----------------------------|---|---|-------------------------------------|--------------------------|---------------|
| Mittwoch, 4. April 2012 | 2 | 38 | 40 | nein | 6 % |
| Donnerstag, 5. April 2012 | 2 | 28 | 31 | nein | 7 % |
| Freitag, 29. Juni 2012 | 5 | 29 | 33 | nein | 15 % |
| Montag, 10. September 2012 | 5 | 39 | 44 | nein | 11 % |
| Freitag, 19. Oktober 2012 | 13 | 33 | 46 | nein | 29 % |
| Montag, 5. November 2012 | 7 | 24 | 31 | nein | 23 % |
| Dienstag, 6. November 2012 | 11 | 22 | 33 | nein | 32 % |

In Tabelle 45 sind nun alle Tage des Jahres 2012 mit signifikantem Einfluss der Bautätigkeit auf den Tagesmittelwert von PM₁₀ an der Station LLÜ gelistet. 7 Tage mit Zusatzbelastung sind ermittelt worden. Es liegt kein Fall von Grenzwertüberschreitung im Tagesmittelwert durch Zusatzbelastung vor. Bei einem Jahresmittelwert von 28 µg/m³ in der Gesamt PM₁₀-Massenkonzentration liegt der Wert der Zusatzbelastung bei 0,75 µg/m³, was ebenfalls 3 % entspricht.

Es ist nun festzuhalten, dass an beiden verkehrsnahen Stationen in Leipzig die gemessenen Massenkonzentrationen zeitweise durch eine Zusatzbelastung beeinflusst worden sind. Jedoch sind diese im Jahr 2012 weitaus geringer als im Jahr 2011.

Ergebnisse für das Jahr 2013

Leipzig-Mitte (LMI)

Tabelle 46: Tage mit signifikantem Einfluss der Bautätigkeit auf den Tagesmittelwert PM₁₀ an der Station LMI im Jahr 2013

| Tag | PM10_ZB_Bau in µg/m ³ | PM10_Andere Quellen in µg/m ³ | PM10_GB in µg/m ³ | GW-U durch Bautätigkeit? | Anteil ZB_Bau |
|------------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------------|-----------------------------|------------------|
| Donnerstag, 31. Januar 2013 | 3 | 19 | 22 | nein | 13 % |
| Samstag, 16. Februar 2013 | 2 | 67 | 69 | nein | 3 % |
| Dienstag, 5. März 2013 | 10 | 51 | 61 | nein | 16 % |
| Donnerstag, 7. März 2013 | 2 | 77 | 79 | nein | 3 % |
| Donnerstag, 4. April 2013 | 5 | 48 | 53 | ja | 9 % |
| Samstag, 13. April 2013 | 3 | 29 | 32 | nein | 8 % |
| Dienstag, 16. April 2013 | 2 | 50 | 52 | nein | 4 % |
| Mittwoch, 17. April 2013 | 5 | 46 | 51 | ja | 9 % |
| Dienstag, 23. April 2013 | 10 | 62 | 72 | nein | 14 % |
| Donnerstag, 25. April 2013 | 5 | 66 | 71 | nein | 7 % |
| Samstag, 4. Mai 2013 | 3 | 47 | 50 | ja | 6 % |
| Mittwoch, 18. September 2013 | 12 | 12 | 24 | nein | 50 % |
| Dienstag, 17. Dezember 2013 | 15 | 45 | 60 | ja | 26 % |

In Tabelle 46 sind des Weiteren alle Tage des Jahres 2013 mit signifikantem Einfluss der Bautätigkeit auf den Tagesmittelwert von PM₁₀ an der Station LMI aufgelistet. An 13 Tagen kam es zu einer solchen Zusatzbelastung und an 4 Tagen kam es durch diese Zusatzbelastung zu einer Grenzwertüberschreitung im Tagesmittel von über 50 µg/m³. Bei einem Jahrmittelwert 2013 in der PM₁₀-Massenkonzentration von 28 µg/m³ liegt die Zusatzbelastung bei 0,22 µg/m³, was etwa 0,78 % entspricht. Im Vergleich zu dem 2012 ist dies ein erneut erheblicher Rückgang, was wiederum daraus resultiert, dass die Bauarbeiten für die „Höfe am Brühl“ ab September 2012 mit deren offizieller Eröffnung deutlich zurückgingen und im Jahr 2013 nur noch geringe Bautätigkeit um den Messstandort vorlag, wie z.B. die Neugestaltung der Südwestseite des Willy-Brandt-Platzes - denkmalgeschützter Ringgrün.

Leipzig-Lützner Straße (LLÜ)

Tabelle 47: Tage mit signifikantem Einfluss der Bautätigkeit auf den Tagesmittelwert PM₁₀ an der Station LLÜ im Jahr 2013

| Tag | PM10_ZB_Bau in µg/m ³ | PM10_Andere Quellen in µg/m ³ | PM10_GB in µg/m ³ | GW-Ü durch Bautätigkeit? | Anteil ZB_Bau |
|------------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------------|-----------------------------|------------------|
| Dienstag, 1. Januar 2013 | 42 | 37 | 79 | nein1) | 54 % |
| Sonntag, 20. Januar 2013 | 8 | 74 | 83 | nein | 10 % |
| Sonntag, 10. Februar 2013 | 11 | 27 | 37 | nein | 28 % |
| Montag, 11. Februar 2013 | 15 | 51 | 66 | nein | 22 % |
| Dienstag, 12. Februar 2013 | 9 | 62 | 72 | nein | 13 % |
| Donnerstag, 14. Februar 2013 | 4 | 52 | 57 | nein | 8 % |
| Freitag, 15. Februar 2013 | 15 | 81 | 96 | nein | 16 % |
| Donnerstag, 28. Februar 2013 | 2 | 47 | 49 | nein | 5 % |
| Montag, 4. März 2013 | 3 | 53 | 56 | nein | 5 % |
| Dienstag, 5. März 2013 | 12 | 59 | 72 | nein | 17 % |
| Mittwoch, 6. März 2013 | 21 | 65 | 86 | nein | 24 % |

| | | | | | |
|-----------------------------|----|----|----|--------------------|------|
| Donnerstag, 7. März 2013 | 11 | 76 | 87 | nein | 13 % |
| Freitag, 15. März 2013 | 15 | 31 | 45 | nein | 32 % |
| Samstag, 16. März 2013 | 7 | 57 | 64 | nein | 11 % |
| Dienstag, 19. März 2013 | 8 | 55 | 63 | nein | 13 % |
| Freitag, 22. März 2013 | 2 | 43 | 45 | nein | 5 % |
| Dienstag, 26. März 2013 | 2 | 52 | 54 | nein | 4 % |
| Samstag, 30. März 2013 | 5 | 69 | 74 | nein | 7 % |
| Mittwoch, 3. April 2013 | 7 | 58 | 64 | nein | 10 % |
| Donnerstag, 18. April 2013 | 5 | 41 | 46 | nein | 11 % |
| Montag, 6. Mai 2013 | 3 | 50 | 53 | ja | 6 % |
| Mittwoch, 15. Mai 2013 | 5 | 39 | 44 | nein | 11 % |
| Mittwoch, 5. Juni 2013 | 2 | 29 | 31 | nein | 7 % |
| Mittwoch, 24. Juli 2013 | 4 | 34 | 38 | nein | 9 % |
| Samstag, 27. Juli 2013 | 3 | 21 | 24 | nein | 12 % |
| Donnerstag, 29. August 2013 | 2 | 36 | 39 | nein | 6 % |
| Freitag, 30. August 2013 | 8 | 44 | 52 | ja | 16 % |
| Dienstag, 1. Oktober 2013 | 2 | 32 | 34 | nein | 7 % |
| Freitag, 25. Oktober 2013 | 2 | 28 | 31 | nein | 7 % |
| Dienstag, 3. Dezember 2013 | 10 | 41 | 50 | ja | 19 % |
| Montag, 16. Dezember 2013 | 11 | 29 | 41 | nein | 28 % |
| Dienstag, 17. Dezember 2013 | 45 | 35 | 80 | ja | 56 % |
| Mittwoch, 18. Dezember 2013 | 4 | 36 | 40 | nein | 11 % |
| Dienstag, 31. Dezember 2013 | 8 | 29 | 36 | nein ¹⁾ | 21 % |

1) GW-Überschreitung durch lokales Silvesterfeuerwerk

In Tabelle 47 sind alle Tage des Jahres 2013 mit signifikantem Einfluss der Bautätigkeit auf den Tagesmittelwert von PM₁₀ an der Station LLÜ gelistet. 32 Tage mit Zusatzbelastung sind ermittelt worden. An 4 Tagen lagen Grenzwertüberschreitungen aufgrund von Baustellentätigkeit vor. Bei einem Jahresmittelwert wie im Jahr zuvor von 28 µg/m³ in der Gesamt PM₁₀-Massenkonzentration liegt der Wert der Zusatzbelastung im Jahr 2013 bei 0,9 µg/m³, was in diesem Fall 3,1 % entspricht. Die Bauarbeiten in unmittelbarer Reichweite wurden Ende 2012 abgeschlossen. In 2013 wurde von Juni bis August in etwa 300 - 400 m Entfernung gearbeitet und von August bis Ende 2013 in ca. 800 m Entfernung. Die Tage mit Zusatzbelastung haben sich von 7 auf 32 mehr als vervierfacht, auf den Anteil im Jahr wirkte sich dies im Vergleich zu 2012 aber nicht aus. Die Lützner Straße wird seit einigen Jahren in mehreren, verschiedenen Abschnitten erneuert und umgebaut. Dadurch lassen sich immer wieder Tage mit erhöhter Zusatzbelastung durch Baustellentätigkeit an diesem Standort ermitteln.

Es ist nun festzuhalten, dass an beiden verkehrsnahen Stationen in Leipzig die gemessenen Massenzentrationen zeitweise durch eine Zusatzbelastung beeinflusst worden sind. Jedoch sind diese in den Jahren 2012 und auch 2013 weit aus geringer als im Jahr 2011. Aber Baustellen können sich immer wieder in der Nähe einer Luftgüte-Messstation befinden. Deshalb ist es wichtig eine mögliche Zusatzbelastung zu erkennen bzw. zu ermitteln, um mit dieser Abschätzung nachfolgende schlüssige Ergebnisse betreff Trendanalysen oder Extremwerte zu erzielen.

Anlage 7: Mittlerer Tagesgang der Messgrößen von Montag bis Sonntag in 2010, 2011, 2012 und 2013

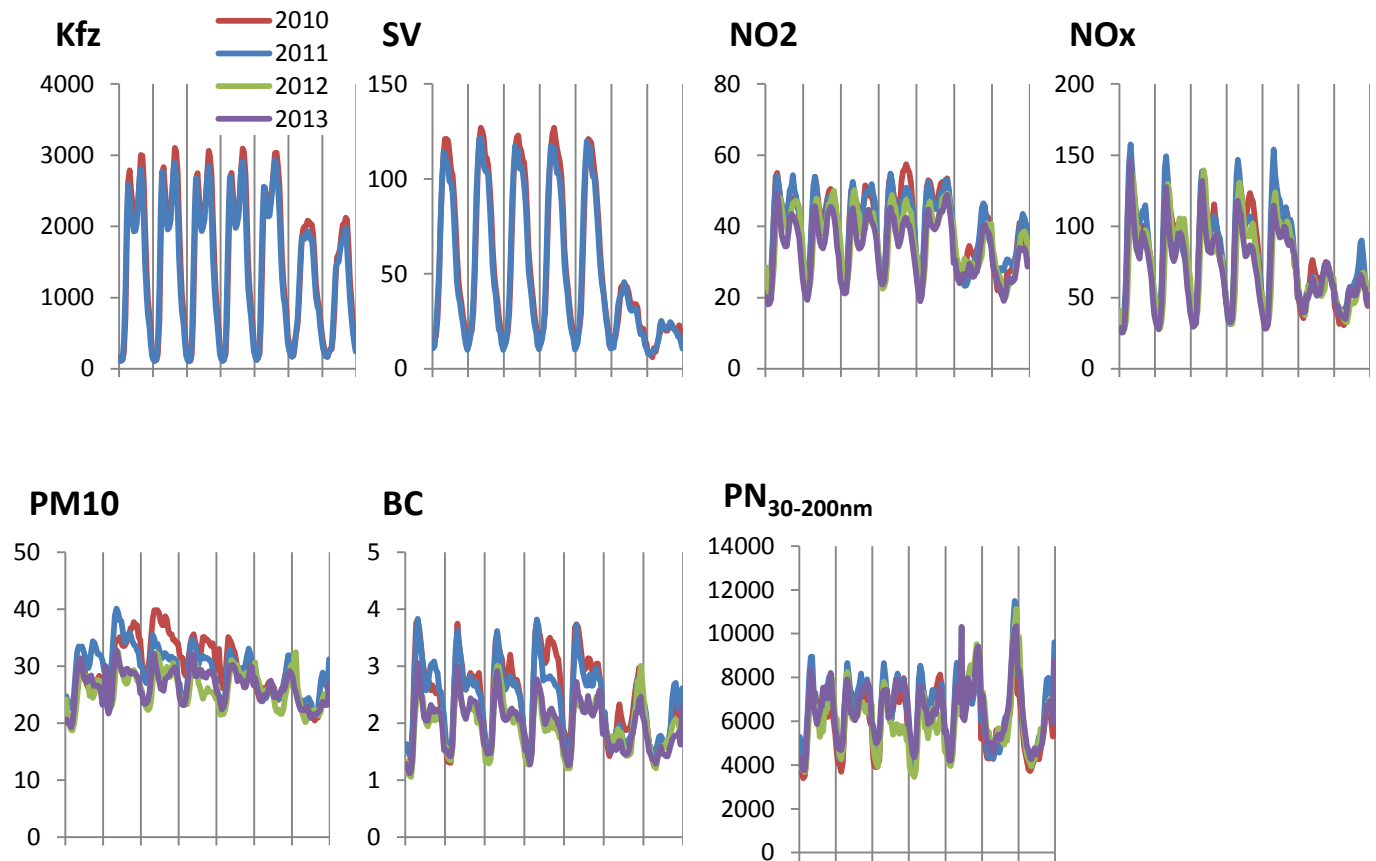


Abbildung 23: Entwicklung des mittleren Tagesganges von Montag bis Sonntag an der verkehrsnahen Messstation Dresden-Nord (DDN) von 2010 bis 2013 für die Kfz-Zahlen, die Gase NO₂ und NO_x und die Partikel PM₁₀, Ruß-BC_{PM1} und PN_{30-200nm}

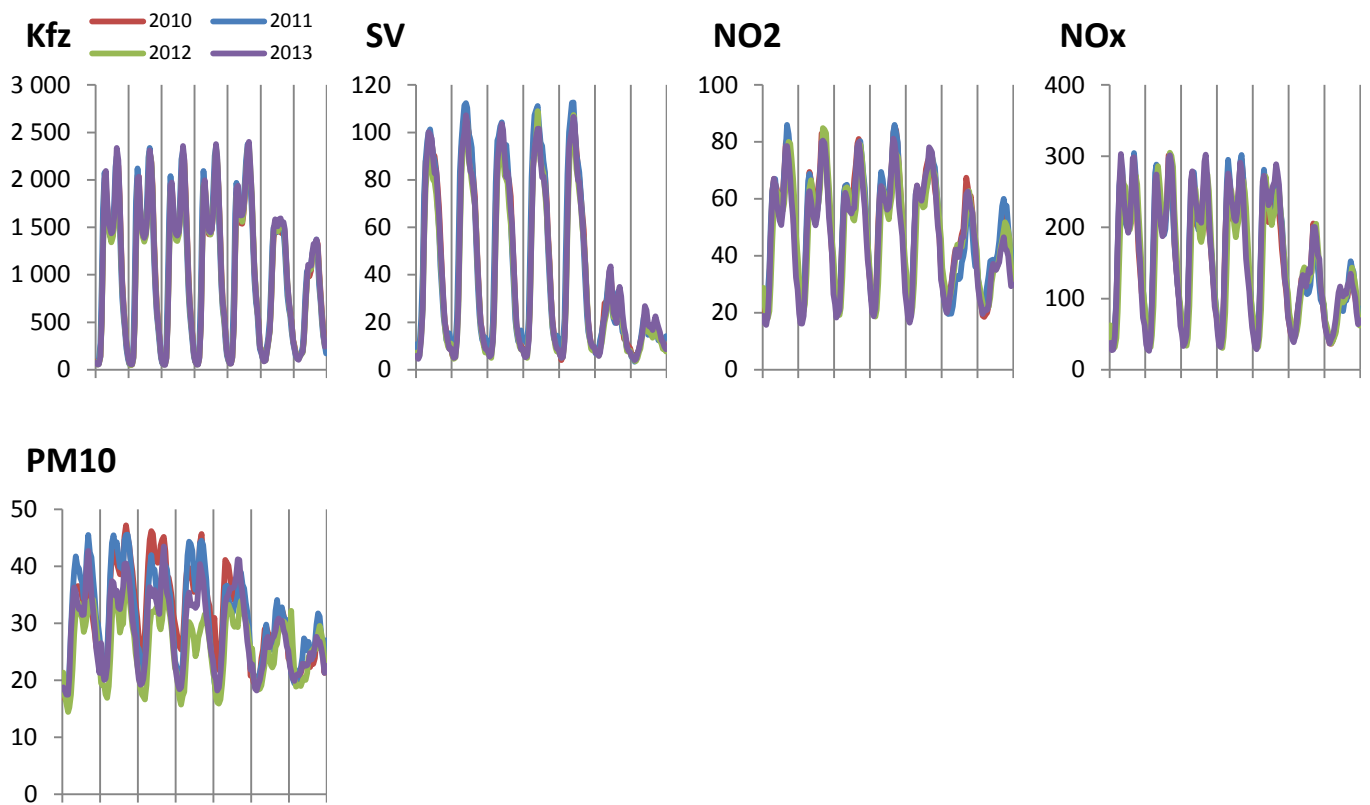


Abbildung 24: Entwicklung des mittleren Tagesganges von Montag bis Sonntag an der verkehrsnahen Messstation Dresden-Bergstraße (DDB) von 2010 bis 2013 für die Kfz-Zahlen, die Gase NO₂ und NO_x und die Partikel PM₁₀

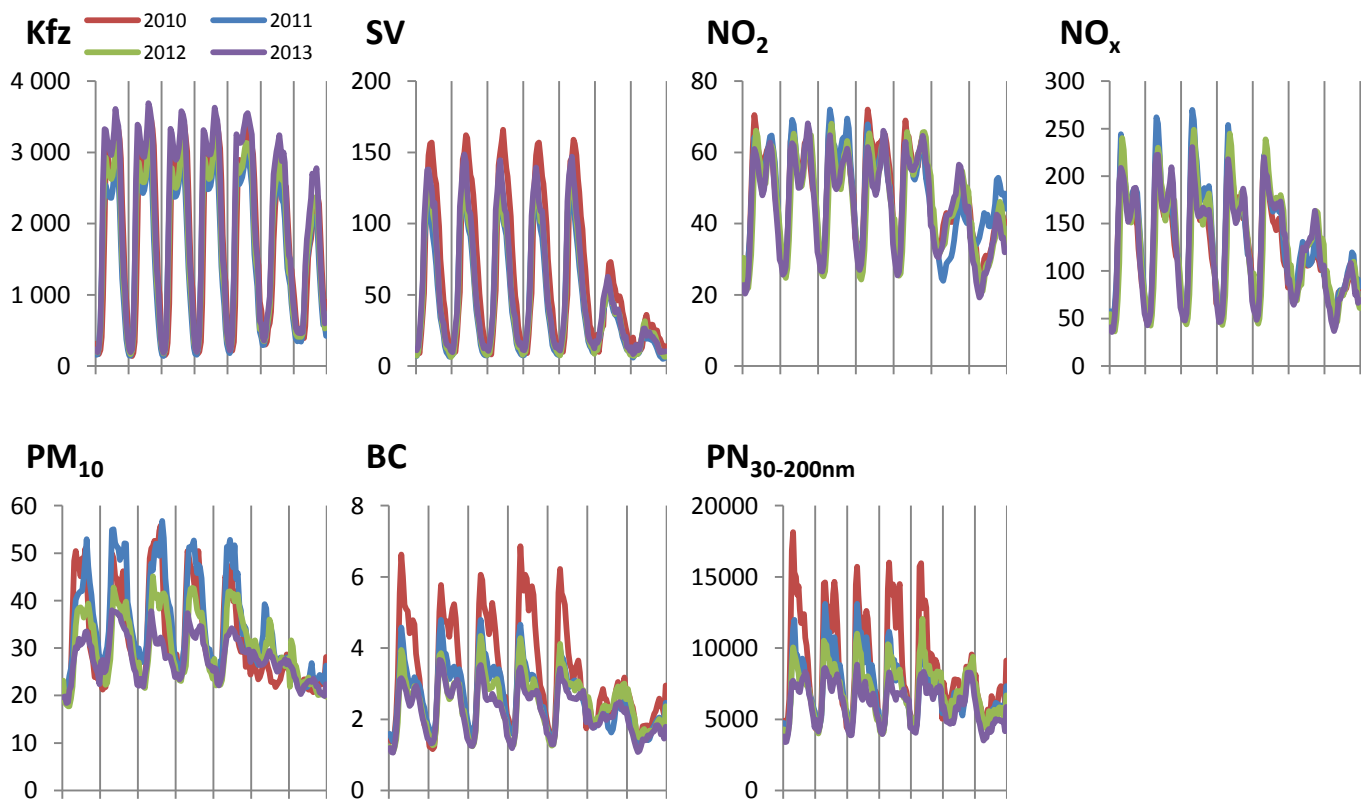


Abbildung 25: Entwicklung des mittleren Tagesganges von Montag bis Sonntag an der verkehrsnahen Messstation Leipzig-Mitte (LMI) von 2010 bis 2013 für die Kfz-Zahlen, die Gase NO₂ und NO_x und die Partikel PM₁₀, Ruß-BC_{PM1} und PN_{30-200nm}

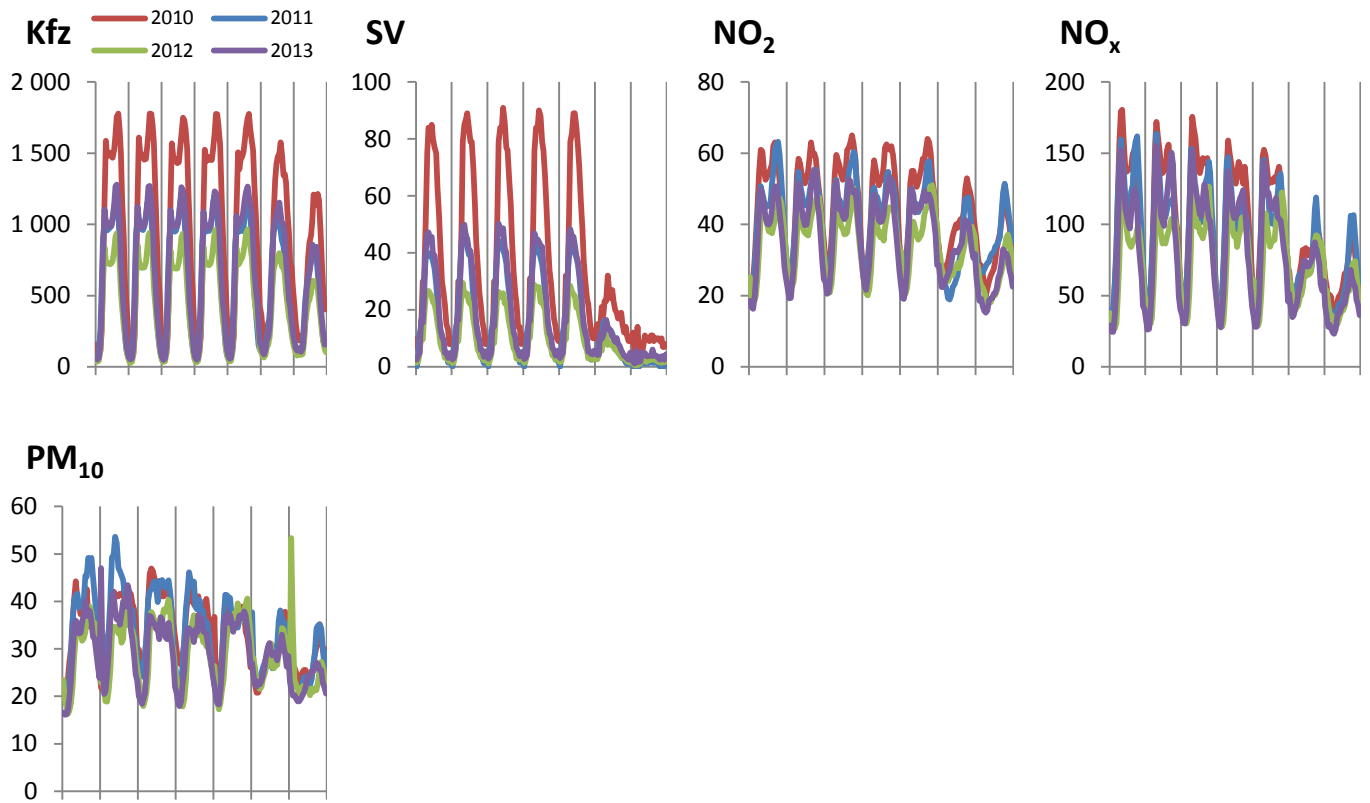


Abbildung 26: Entwicklung des mittleren Tagesganges von Montag bis Sonntag an der verkehrsnahen Messstation Leipzig-Lützner Straße (LLÜ) von 2010 bis 2013 für die Kfz-Zahlen, die Gase NO₂ und NO_x und die Partikel PM₁₀

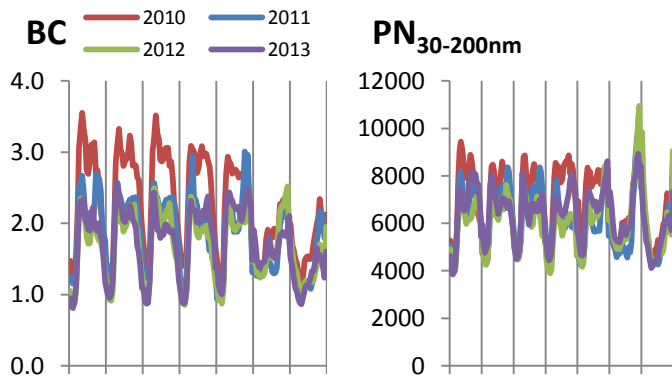


Abbildung 27: Entwicklung des mittleren Tagesganges von Montag bis Sonntag an der verkehrsnahen Messstation Leipzig-Eisenbahnstraße (LEI) von 2010 bis 2013 für die Partikel Ruß-BC_{PM1} und PN_{30-200nm}

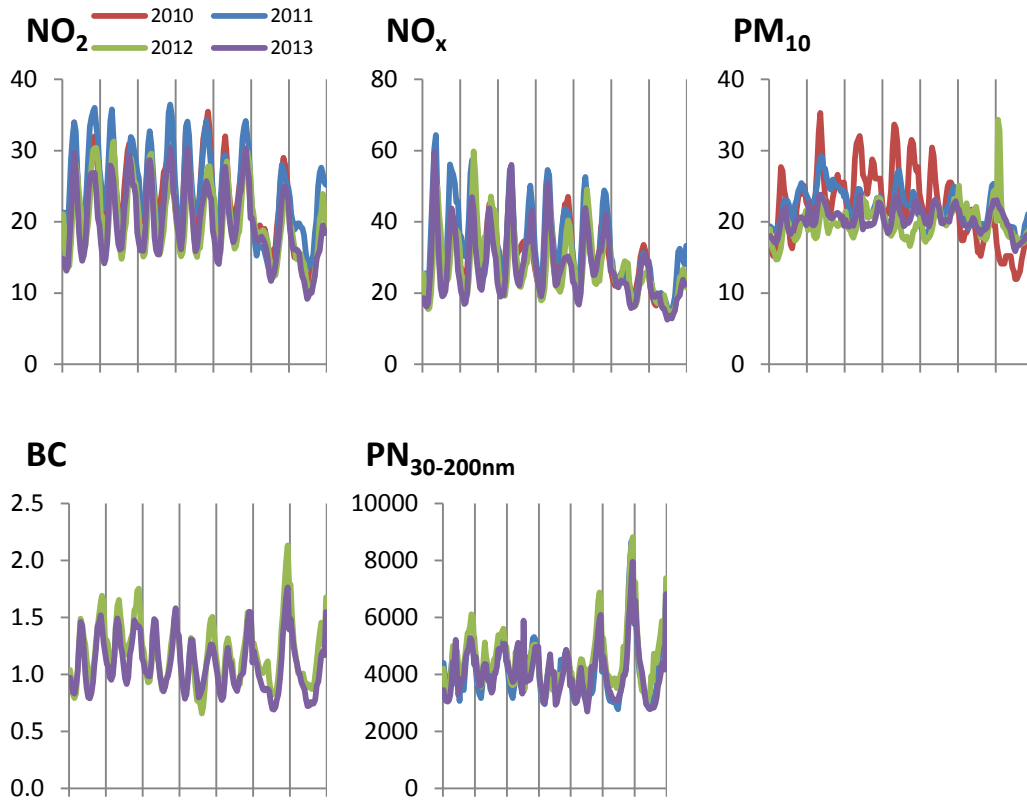


Abbildung 28: Entwicklung des mittleren Tagesganges von Montag bis Sonntag an der städtischen Hintergrundmessstation Dresden-Winckelmannstraße (DDW) von 2010 bis 2013 für die Gase NO_2 und NO_x und die Partikel PM_{10} , Ruß- $\text{BC}_{\text{PM}1}$ und $\text{PN}_{30-200\text{nm}}$

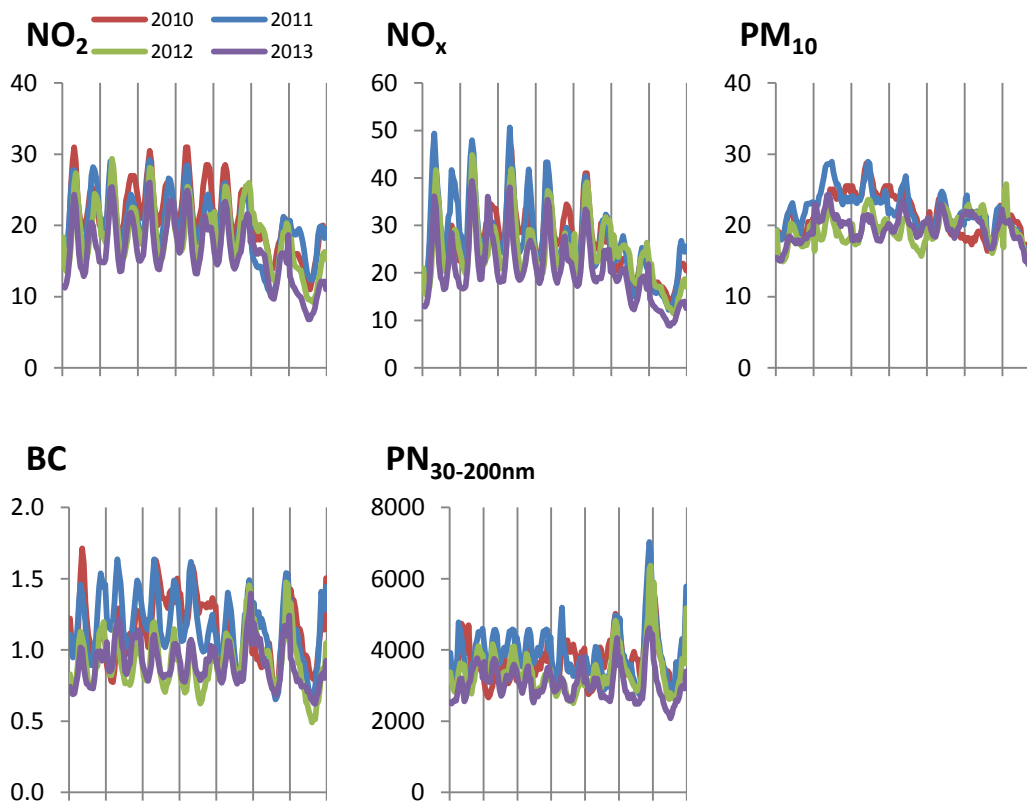


Abbildung 29: Entwicklung des mittleren Tagesganges von Montag bis Sonntag an der städtischen Hintergrundmessstation Leipzig-West (LWE) von 2010 bis 2013 für die Gase NO_2 und NO_x und die Partikel PM_{10} , Ruß- $\text{BC}_{\text{PM}1}$ und $\text{PN}_{30-200\text{nm}}$

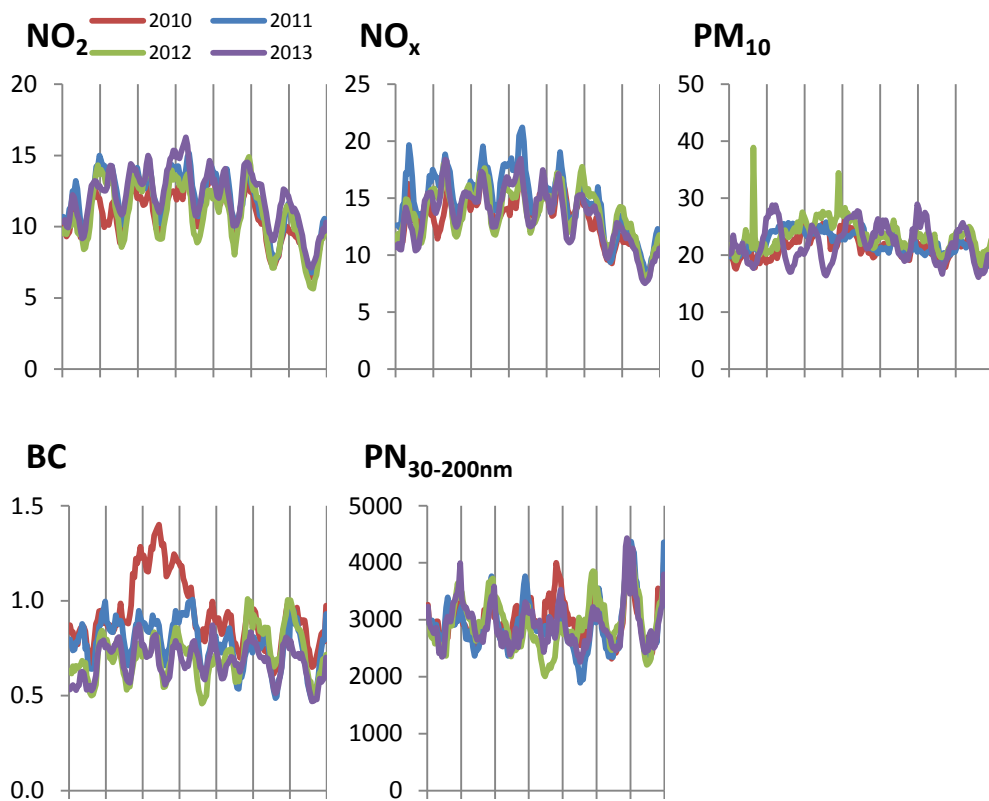


Abbildung 30: Entwicklung des mittleren Tagesganges von Montag bis Sonntag an der regionalen Hintergrundmessstation Melpitz (MEL) von 2010 bis 2013 für die Gase NO_2 und NO_x und die Partikel PM_{10} , Ruß- BC_{PM1} und $\text{PN}_{30-200\text{nm}}$

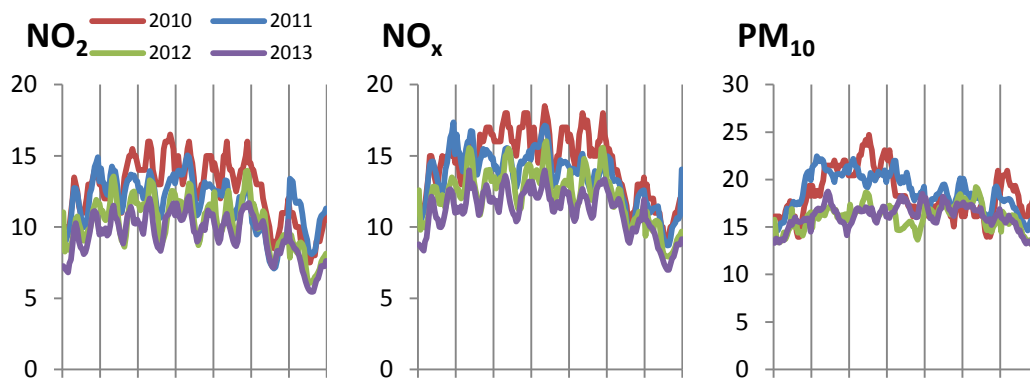


Abbildung 31: Entwicklung des mittleren Tagesganges von Montag bis Sonntag an der regionalen Hintergrundmessstation Collberg (COL) von 2010 bis 2013 für die Gase NO_2 und NO_x und die Partikel PM_{10}

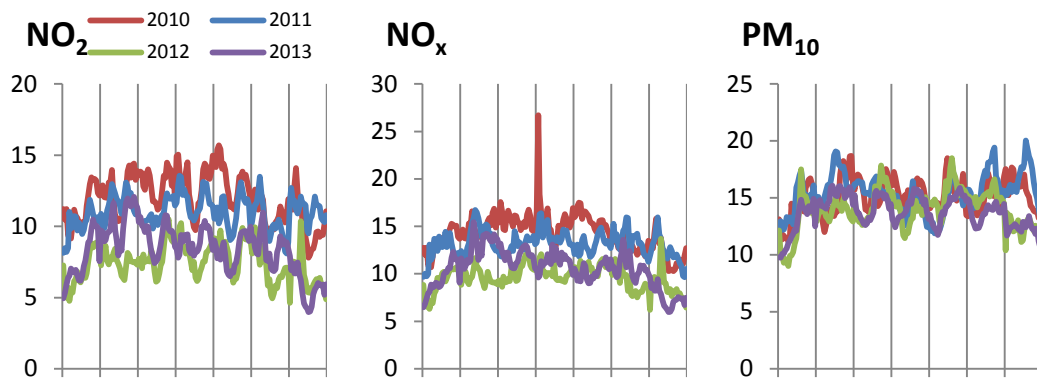


Abbildung 32: Entwicklung des mittleren Tagesganges von Montag bis Sonntag an der regionalen Hintergrundmessstation Schwartenberg (SWB) von 2010 bis 2013 für die Gase NO_2 und NO_x und die Partikel PM_{10}

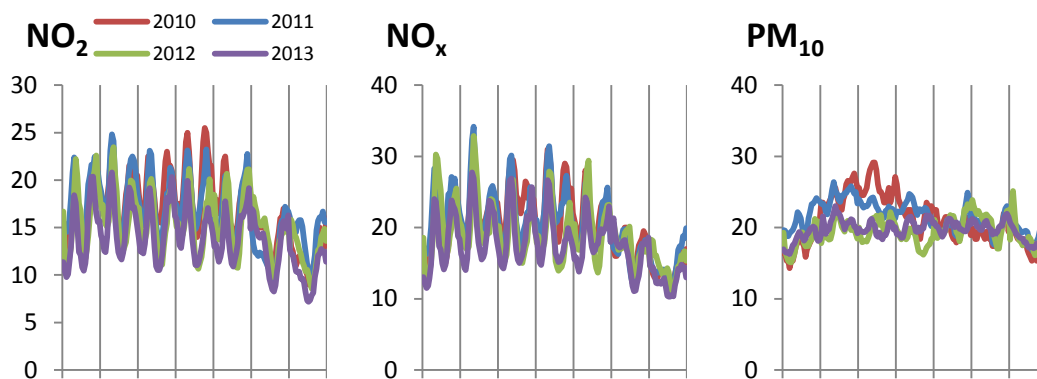


Abbildung 33: Entwicklung des mittleren Tagesganges von Montag bis Sonntag an der regionalen Hintergrundmessstation Radebeul-Wahnsdorf (RWD) von 2010 bis 2013 für die Gase NO_2 und NO_x und die Partikel PM_{10}

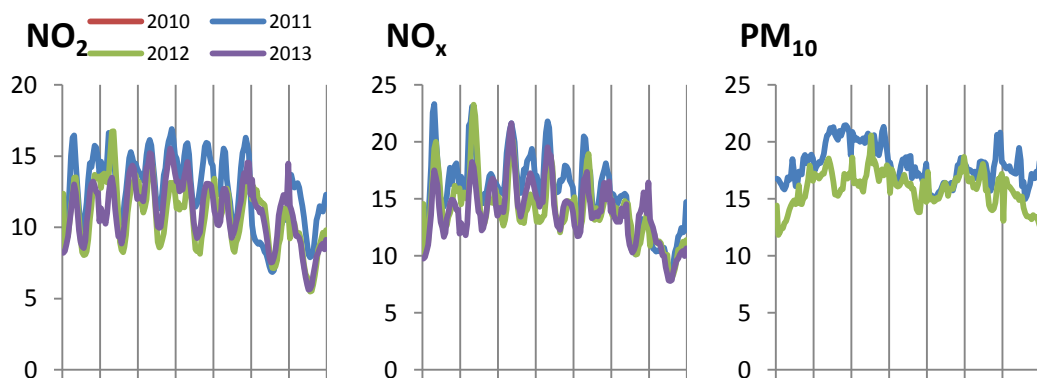


Abbildung 34: Entwicklung des mittleren Tagesganges von Montag bis Sonntag an der regionalen Hintergrundmessstation Brockau (BRO) von 2010 bis 2013 für die Gase NO_2 und NO_x und die Partikel PM_{10}

Anlage 8: Annahmen zur Berechnung des Immissionsanteils Motor

Der Immissionsanteil Kfz-Verkehr setzt sich für Partikel aus motorbedingtem und nicht motorbedingtem Immissionsanteil zusammen. Der Immissionsanteil Motor wird durch die Motoremissionen der vorbeifahrenden Fahrzeuge verursacht. Der nicht motorbedingte Immissionsanteil stammt von den nicht motorbedingten Kfz-Emissionen, wie Abrieb von Reifen, Fahrbahnbelag und Bremsen, sowie Aufwirbelung von Bodenstaub (Abbildung 2).

Zur Berechnung des Immissionsanteils Motor wurden folgende Annahmen getroffen:

- Der Lenschow-Ansatz gilt (additive Immissionsanteile für lange Mittelungszeiträume).
- Der Mittelungszeitraum beträgt ein Kalenderjahr.
- Der Anteil für den nicht motorbedingten Immissionsanteil (Aufwirbelungen, Abriebe) ist klein gegenüber dem motorbedingten Immissionsanteil. Dies trifft für PM_{10} nicht zu und deshalb wurde für PM_{10} kein Immissionsanteil Motor ausgewiesen.
- Das angenommene Verhältnis von motorbedingtem und nicht motorbedingtem Immissionsanteil für einzelne Messgrößen ist in Tabelle 48 aufgelistet.
- Wenn die Kfz-Zahlen nahezu konstant bleiben, dann ist auch der nicht motorbedingte Immissionsanteil (Aufwirbelungen, Abriebe) nahezu konstant.
- Mit den Messdaten vom Jahr 2010 (Ausgangsbeurteilung) wurde der nicht motorbedingte Immissionsanteil (Aufwirbelungen, Abriebe) abgeschätzt.
- Für die Folgejahre wurde der nicht motorbedingte Immissionsanteil (Aufwirbelungen, Abriebe) als konstant angesetzt.

Tabelle 48: Annahmen für die Aufteilung des Immissionsanteils Verkehr an den verkehrsnahen Messstellen für die Ausgangsbeurteilung 2010

| Messgröße | Nicht-Motor | Motor |
|--|-------------|-------|
| $EC_{PM_{10}}$ | 10 % | 90 % |
| $BC_{PM_{10}}$ | 5 % | 95 % |
| $PN_{30-200nm}^*$ | | |
| $PM_{30-200nm}$ | 10 % | 90 % |
| Zum Vergleich: PM_{10} | 75 % | 25 % |

* Ein gerade erschienener Fachartikel legt nahe, dass Abriebe und Aufwirbelungen auch bei sehr kleinen Partikeln vorhanden sind und eine Bestimmung der Motoremissionen nur über die Partikelgröße zu einer Überschätzung des Motoremissionsanteiles führt [Weinbruch, 2014]. Bei elektronenmikroskopischen Untersuchungen von Impaktorproben wurden bei 100 nm etwa $\frac{1}{4}$ der Partikelanzahl aus Nicht-Motoremissionen und nur $\frac{3}{4}$ der Partikelanzahl aus Motoremissionen als verkehrsnaher Immission in einer Probenahmehöhe von 1,5 m gefunden. Vermischte Rußanteile führten dabei eher zu einer Überschätzung von Ruß [Ebert, 2014]. Deshalb wurde an den verkehrsnahen Messstationen in Dresden und Leipzig mit einer Probenahmehöhe von 4 m für das Jahr 2010 ein Verhältnis von 10 % zu 90 % für Nicht-Motoremissionen zu Motoremissionen angenommen.

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-0
Telefax: +49 351 2612-1099
E-Mail: fulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/fulg

Autoren:

Dr. Gunter Löschau, Uwe Wolf, Dr. Andrea Hausmann, Dr. Mathias Böttger
Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
Prof. Dr. Alfred Wiedensohler, Fabian Rasch, Dr. Gerald Spindler, Dr. Konrad Müller,
Dr. Wolfram Birmili, Prof. Dr. Hartmut Herrmann
Leibniz-Institut für Troposphärenforschung e. V. (TROPOS)
Mario Anhalt
Stadt Leipzig, Amt für Umweltschutz
Volker Dietz
Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt
Uwe Böhme
Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft

Redaktion:

Dr. Gunter Löschau
LfULG, Abteilung Klima, Luft, Lärm, Strahlen/Referat Klima, Luftqualität
Söbrigener Str. 3a, 01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-5102
Telefax: +49 351 2612-5099
E-Mail: gunter.loeschau@smul.sachsen.de

Redaktionsschluss:

31.12.2014

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/> heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschriften nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinarbeit des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.