

UFZ-Bericht 03/2009

Untersuchung zur räumlichen Korrelation von Feinstaub(PM10)- Belastungen und Sozialstatus/Dynamik-Index in den Berliner Verkehrszellen

Annegret Kindler, Ulrike Weiland, Julia Metto, Ulrich Franck

Inhaltsverzeichnis

I.	Abbildungsverzeichnis	3
II.	Tabellenverzeichnis	4
III.	Kartenverzeichnis	6
1.	Einleitung	7
2.	Wissenschaftlich-theoretischer Rahmen	9
3.	Politische Bezüge	10
4.	Feinstaubproblematik (PM10) in Berlin.....	10
5.	<i>Monitoring Soziale Stadtentwicklung Berlin</i>	13
6.	Zielstellung.....	16
7.	Methodik	17
7.1	Datenquellen.....	17
7.2	Einsatz Geographischer Informationssysteme	18
7.3.	Datenverarbeitung	18
7.3.1	Berechnung der Feinstaub(PM10) - Belastung pro Verkehrszelle	18
7.3.2	Berechnung der Anzahl der Hauptverkehrsstraßenabschnitte mit PM10- Grenzwertüberschreitungen pro Verkehrszelle	20
7.3.3	Berechnung der Einwohnerdichte pro Verkehrszelle.....	22
8.	Ergebnisse.....	23
8.1	Analyse der Berliner Verkehrszellen nach Sozialstatus/Dynamik-Index, Fläche und Einwohnern.....	23
8.2	Verteilung der Feinstaub(PM10)-Belastung auf die Berliner Verkehrszellen mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index	27
8.2.1	Verteilung von Werten der Gruppe 1 [20 - < 22 µg/m³] auf Verkehrszellen.....	28
	mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index.....	28
8.2.2	Verteilung von Werten der Gruppe 2 [22 - < 24 µg/m³] auf Verkehrszellen.....	29
	mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index.....	29
8.2.3	Verteilung von Werten der Gruppe 3 [24 - < 26 µg/m³] auf Verkehrszellen.....	31
	mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index.....	31
8.2.4	Verteilung von Werten der Gruppe 4 [26 - < 28 µg/m³] auf Verkehrszellen.....	33
	mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index.....	33
8.2.5	Verteilung von Werten der Gruppe 5 [28 - < 30 µg/m³] auf Verkehrszellen.....	35
	mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index.....	35
8.2.6	Schwerpunkte der Feinstaub(PM10) - Belastung	36
8.3	Verteilung der Feinstaub(PM10)-Belastung auf die Verkehrszellen mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index in der Umweltzone.....	37

8.3.1	Verteilung von Werten der Gruppe 4 [26 - < 28 µg/m³] auf Verkehrszellen.....	40
	mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index in der Umweltzone	40
8.3.2	Verteilung von Werten der Gruppe 5 [28 - < 30 µg/m³] auf Verkehrszellen.....	41
	mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index in der Umweltzone	41
8.3.3	Analyse der Verkehrszellen innerhalb der Umweltzone nach Bezirken	43
9.	Statistische Überprüfung	58
10.	Zusammenfassung	61
11.	Literaturverzeichnis.....	63

I. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schema der Feinstaub (PM10)-Belastung in Berlin und Umgebung	11
Abbildung 2: Anteile der Verursacher an der PM10-Belastung an einer verkehrsreichen Hauptverkehrsstraße in der Berliner Innenstadt	12
Abbildung 3: Mittige Magistrale in einer Verkehrszelle	15
Abbildung 4: Rasterflächen mit PM10-Hintergrundimmissionen	19
Abbildung 5: Verkehrszellen mit Sozialstatus/Dynamik-Index	19
Abbildung 6: Verschneidung der beiden Layer „Raster“ und „Verkehrszellen mit Sozial- status/Dynamik-Index.....	19
Abbildung 7: Vereinfachte Darstellung der ArcMap Funktion „Intersect“	19
Abbildung 8: Berechnung der sich in den Verkehrszellen befindenden Anteile der Rasterzellen	21
Abbildung 9: Beispiel für Rasterzellen mit Hauptverkehrsstraßenabschnitten.....	21
Abbildung 10: Anzahl der Anwohner pro 100 m Straßenlänge mit Überschreitungen des 24h-Grenzwertes für Feinstaub (PM10) im Trendszenario 2005.....	38
Abbildung 11: Boxplot-Diagramm „PM10-Belastung pro Fläche“ und „Sozialstatus-Index“	58
Abbildung 12: Boxplot-Diagramm „PM10-Belastung pro Fläche“ und „Sozialstatus/Dynamik-Index“	59
Abbildung 13: Boxplot-Diagramm „PM10-Belastung pro Fläche“ und „Sozialstatus/Dynamik-Mischindex“	59
Abbildung 14: Boxplot-Diagramm „PM10-Belastung pro Fläche“ und multiplikativer „Sozialstatus/Dynamik-(Misch)Index“	60

II. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Neue Indikatoren des <i>Monitoring Soziale Stadtentwicklung 2007</i>	14
Tabelle 2: Berliner Verkehrszellen nach Sozialstatus/Dynamik-Index, Fläche und Einwohnern	26
Tabelle 3: Berliner Verkehrszellen nach Bezirken, Fläche, Einwohnern und Sozialstatus/Dynamik-Index	27
Tabelle 4: Verteilung der PM10-Belastung der Gruppe 1 [20 - < 22 µg/m³] auf die Berliner Verkehrszellen	29
Tabelle 5: Verteilung der PM10-Belastung der Gruppe 2 [22 - < 24 µg/m³] auf die Berliner Verkehrszellen	31
Tabelle 6: Verteilung der PM10-Belastung der Gruppe 3 [24 - < 26 µg/m³] auf die Berliner Verkehrszellen	32
Tabelle 7: Verteilung der PM10-Belastung der Gruppe 4 [26 - < 28 µg/m³] auf die Berliner Verkehrszellen	34
Tabelle 8: Verteilung der PM10-Belastung der Gruppe 5 [28 - < 30 µg/m³] auf die Berliner Verkehrszellen	36
Tabelle 9: Verkehrszellen in der Umweltzone nach Sozialstatus/Dynamik-Index, Fläche und Einwohnern	39
Tabelle 10: Verteilung der PM10-Belastung der Gruppe 4 [26 - < 28 µg/m³] auf die Verkehrszellen in der Umweltzone	41
Tabelle 11: Verteilung der PM10-Belastung der Gruppe 5 [28 - < 30 µg/m³] auf die Verkehrszellen in der Umweltzone	43
Tabelle 12: Verkehrszellen des Bezirkes Mitte in der Umweltzone nach Sozialstatus/Dynamik-Index, PM10-Belastung, Fläche und Einwohnern	45
Tabelle 13: Verkehrszellen des Bezirkes Friedrichshain-Kreuzberg in der Umweltzone nach Sozialstatus/Dynamik-Index, PM10-Belastung, Fläche und Einwohnern ...	46
Tabelle 14: Verkehrszellen des Bezirkes Charlottenburg-Wilmersdorf in der Umweltzone nach Sozialstatus/Dynamik-Index, PM10-Belastung, Fläche und Einwohnern ...	50
Tabelle 15: Verkehrszellen des Bezirkes Tempelhof-Schöneberg in der Umweltzone nach Sozialstatus/Dynamik-Index, PM10-Belastung, Fläche und Einwohnern	51
Tabelle 16: Verkehrszellen des Bezirkes Neukölln in der Umweltzone nach Sozialstatus/Dynamik-Index, PM10-Belastung, Fläche und Einwohnern	52
Tabelle 17: Verkehrszellen des Bezirkes Pankow in der Umweltzone nach Sozialstatus/Dynamik-Index, PM10-Belastung, Fläche und Einwohnern	53
Tabelle 18: Verkehrszellen des Bezirkes Treptow-Köpenick in der Umweltzone nach Sozialstatus/Dynamik-Index, PM10-Belastung, Fläche und Einwohnern	54

Tabelle 19: Verkehrszellen mit der höchsten PM10-Belastung in der Umweltzone	56
Tabelle 20: Verkehrszellen mit der höchsten PM10-Belastung und einem sehr niedrigen Sozialstatus-Index in der Umweltzone.....	56
Tabelle 21: Verkehrszellen mit der zweithöchsten PM10-Belastung in der Umweltzone nach Bezirken	56
Tabelle 22: Verkehrszellen mit der zweithöchsten PM10-Belastung und einem sehr niedrigen Sozialstatus-Index in der Umweltzone	57

III. Kartenverzeichnis

Karte 1:	Sozialstatus/Dynamik-Index je Verkehrszelle in Berlin 2005	67
Karte 2:	Feinstaub(PM10)-Belastung je Verkehrszelle in Berlin 2005.....	68
Karte 3:	Sozialstatus/Dynamik-Index und PM10-Grenzwertüberschreitungen je Verkehrszelle in Berlin 2005	69
Karte 4:	Einwohnerdichte je Verkehrszelle in Berlin 2007	70
Karte 5:	Einwohnerdichte 2007 und Feinstaub(PM10)-Belastung 2005 je Verkehrszelle in Berlin	71
Karte 6:	Sozialstatus/Dynamik-Index und Feinstaub(PM10)-Belastung je Verkehrszelle in Berlin 2005	72
Karte 7:	Verkehrszellen mit doppelter Benachteiligung durch hohe Feinstaub(PM10)-Belastung und niedrigen Sozialstatus-Index in Berlin 2005 ...	73

1. Einleitung

Die Verschmutzung der Luft mit feinen festen oder flüssigen Teilchen, dem sogenannten luftgetragenen Feinstaub (Schwebstaub), der in der Wissenschaft auch Particulate Matter (PM) genannt wird, ist gegenwärtig eines der gravierendsten Umweltprobleme. Die in der Luft verteilten Partikel stellen in höherer Konzentration eine potenzielle gesundheitliche Gefährdung für die Bevölkerung im Hinblick auf Atemwegserkrankungen dar.

Feinstaubpartikel unterscheiden sich in ihrer chemischen Zusammensetzung und vor allem in ihrer Größe. So haben PM₁₀-Partikel (inhalierbare Feinstaubpartikel) einen aerodynamischen Durchmesser von bis zu 10 µm und können bis in die Bronchien eindringen. Partikel bis zu einer Größe von 2,5 µm (PM_{2,5}) werden als lungengängige Feinstaubpartikel bezeichnet, weil sie in die Lunge und die Lungenbläschen gelangen können. Ultrafeine Partikel (PM_{0,1}) sind kleiner als 0,1 µm und können von den Lungenbläschen über das Blut im ganzen Körper verteilt werden. Feinstaub hat sowohl natürliche als auch anthropogene Quellen. Natürliche Quellen sind u. a. Meere, Bodenerosion, Wald- und Buschfeuer, Vulkane, biologisches organisches Material wie Pollen, Sporen und Mikroorganismen sowie die Neubildung von Partikeln aus natürlichen Vorläufergasen. Anthropogene Quellen des Feinstaubes sind Kraft- und Heizwerke, Hausbrand, Abfallverbrennung, Industrieprozesse, Landwirtschaft und Straßenverkehr.

Die Feinstaubproblematik ist in den letzten Jahren häufig thematisiert worden. Dabei lag der Schwerpunkt vor allem auf Maßnahmen zur Reduktion des Luftschadstoffs wie z. B. die Einführung von Umweltzonen in Städten oder der Partikelfilter. Hintergrund dafür ist die Erkenntnis, dass die gesundheitsschädigenden Auswirkungen des Feinstaubes auf den Menschen laut Weltgesundheitsorganisation (WHO) zu einer wesentlich verkürzten Lebenserwartung führen (vgl. WHO 2005). Damit handelt es sich beim Feinstaubproblem um eines der wichtigsten Umweltprobleme unserer Zeit, dem auf Grund der Konzentration von Einwohnern (d.h. potenziell Exponierten), Verkehr und Industrie im urbanen Umfeld eine besondere Bedeutung zukommt. Entsprechend der EU-Richtlinie 1999/30/EG Art.2 Nr. 11 und 12 werden PM₁₀-Partikel als solche bezeichnet, die jeweils einen größenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser (d_{ae})¹ von 10 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist (vgl. EU 1999). Diese Definition orientiert sich an messtechnischen Aspekten. Der Begriff aerodynamischer Durchmesser ist definiert als berechneter Durchmesser einer Kugel mit der Dichte von 1g/cm³, die die gleiche Sinkgeschwindigkeit in der Luft aufweisen würde wie das betrachtete Partikel (HLGU 2007, S. 1).

¹ Da Partikel in der Regel keine kugelförmige Gestalt haben, ist es nicht möglich, den Durchmesser, wie bei einer Kugel üblich, zu bestimmen. Es wird daher die abstrakte Größe des aerodynamischen Durchmessers (d_{ae}) verwendet. Dieser beschreibt Partikel gleichen aerodynamischen Verhaltens wie z. B. das der Sinkgeschwindigkeit (METTO 2008, S.3).

Die Konzentration der Partikel in der Luft wird durch die Einheit $\mu\text{g}/\text{m}^3$ angegeben, wobei der Normkubikmeter (Nm^3) eine in der Verfahrenstechnik verwendete Einheit für das Normvolumen eines Gases darstellt.

In den letzten Jahren war die „Feinstaub-Debatte“ in erster Linie geprägt von epidemiologischen Aspekten, also der Frage danach, wie sich PM_{10} -Partikel auf die menschliche Gesundheit auswirken sowie - als Folge dessen - mit Aspekten der Vermeidung bzw. Verringerung des Luftschadstoffes. Mit der bereits 1980 beschlossenen EG-Richtlinie 80/779/EWG wurden die Mitgliedsstaaten der Europäischen Gemeinschaft zur Einhaltung (ab 01.04.1983) von Grenzwerten bei Tagesmittelwerten für Schwebstaub aufgefordert. 1999 erfolgte mit der Richtlinie 1999/30/EG die Festlegung konkreter Grenzwerte u. a. für den Luftschadstoff PM_{10} . Die gesetzlich verbindlichen Vorgaben zur Einhaltung von Grenzwerten basierten letztlich auf der Erkenntnis, dass Feinstaub oder PM_{10} gesundheitlich negative Auswirkungen auf den Menschen besitzt. Schon 1994 hat der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) das von der Feinstaubbelastung der Atemluft ausgehende hohe Gesundheitsrisiko dargelegt und nachdrücklich betont, dass dringend wirksame Maßnahmen zur Minderung der Staubkonzentrationen, insbesondere hinsichtlich der als karzinogen eingestuften Dieselrußpartikel getroffen werden sollten (SRU 1994, S.258).

Seit Beginn der Jahrtausendwende wurden verschiedene Gutachten, Stellungnahmen und Forschungsergebnisse zur epidemiologischen Wirkung von Feinstaub veröffentlicht (vgl. bspw. LADEN et al. 2000, KOMMISSION REINHALTUNG DER LUFT 2003, WHO 2006 oder HELMHOLTZ ZENTRUM MÜNCHEN 2009). Angesichts dieser Erkenntnisse sowie der neuen rechtlichen Situation war schnelles Handeln erforderlich. Aktionspläne zur Reduktion von PM_{10} mussten bei Grenzwertüberschreitungen von den Städten und Kommunen erstellt werden. Andernfalls drohen Strafen von Seiten der EU. Im Zuge dessen richtete sich der Blick auf Sinn und Zweckmäßigkeit von Maßnahmenmöglichkeiten zur Reduktion der Feinstaubproblematik. So hat z. B. eine Stadt oder Kommune bei der Einführung von Maßnahmen zur Reduktion von PM_{10} u. a. auch darauf zu achten, dass wirtschaftliche Einbußen verhindert werden (vgl. hierzu die Diskussion zur Umweltzone) oder die Umwelt nicht durch Einführung der Maßnahmen, z. B. den Bau einer Umgehungsstraße, anderweitig geschädigt wird (vgl. bspw. WICHMANN 2008, S. 7 - 10).

Neben dieser epidemiologisch- und maßnahmenfokussierten Betrachtung von Feinstaub sind jedoch auch andere Aspekte wichtig. So stellt sich zum Beispiel die Frage nach der räumlich-sozialen Verteilung der Feinstaubbelastungen in den Städten. Gibt es Bevölkerungsschichten, die stärker von der Feinstaubbelastung betroffen sind als andere?

Der Aspekt der sozialräumlichen Verteilung gesundheitsrelevanter Umweltbelastungen wird inzwischen nicht nur in den angelsächsischen Ländern (USA, Großbritannien), sondern auch

in Deutschland diskutiert. So gibt es Studien, die auch für Europa eine soziale und teilweise sozialräumliche Ungleichverteilung von Umweltbelastungen nachweisen (z. B. KÖCKLER et al. 2007; KRUIZE 2007 oder MIELCK & BLOOMFIELD 2001). Die zunehmende gesellschaftliche Differenzierung in „arme“ und „reiche“ Bevölkerungsschichten in Deutschland mag dazu geführt haben, dass dem Thema „Umweltgerechtigkeit“ hierzulande vor allem auf der politischen Ebene Aufmerksamkeit geschenkt wird (vgl. KLOEPFER 2008). Jüngstes Beispiel ist der erste Kongress zu Umweltgerechtigkeit der Deutschen Umwelthilfe, der Ende März 2009 in Frankfurt a. M. stattfand (<http://www.duh.de/2045.html>).

Im Rahmen einer Kooperation zwischen der Berliner Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz (SenGUV), der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (SenStadt) und dem Department Stadtökologie, Umwelt und Verkehr des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung - UFZ wurde die Feinstaubbelastung (PM10) unterschiedlicher sozialer Gruppen in Berlin untersucht. Der Vorteil Berlins liegt darin, dass die Stadt über ein breites Messnetz für die Luftschadstoffe sowie über einen guten Datenbestand bezüglich der sozialen Entwicklung der Stadt verfügt. Dies erlaubt es, auf kleinräumiger Ebene bzw. mit statistischen Einheiten (Verkehrszellen, 1km²-Rasterflächen) zu arbeiten. Für die Überprüfung eines möglichen Zusammenhangs zwischen der Feinstaubbelastung und Verkehrszellen mit unterschiedlichem Sozialstatus ist dies unabdingbar.

Die Daten wurden von der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz sowie der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung des Landes Berlin zur Verfügung gestellt. Die von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin bereitgestellten Daten stammen aus dem von Prof. Dr. Hartmut Häußermann für das Land Berlin angefertigten Bericht „Monitoring soziale Stadtentwicklung Berlin 2007 - Fortschreibung für den Zeitraum 2005 - 2006“. Dieser Bericht ist im Internet ausführlich einsehbar unter folgendem Link:
http://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/basisdaten_stadtentwicklung/monitoring/de/2007/

2. Wissenschaftlich-theoretischer Rahmen

„Umweltgerechtigkeit befasst sich mit der sozialräumlichen Verteilung von Umweltbelastungen. Sie untersucht, ob sozial Benachteiligte mehr Umweltbelastungen aufweisen; warum; mit welchen sozialen und gesundheitlichen Folgen; wie dies vermieden werden kann. In den USA wird diese Schnittstelle von Umwelt-, Gesundheits- und Sozialpolitik seit 30 Jahren diskutiert“ (MASCHEWSKY 2004, S. 5). Dort zeigten Studien, dass vor allem sozial und ökonomisch benachteiligte Personen stärker von Umweltbelastungen und gesundheitlichen Problemen betroffen sind.

Das Konzept der „Umweltgerechtigkeit“ geht von der Grundannahme aus, dass Umweltfragen nicht losgelöst von sozialen Fragen gesehen werden können (vgl. MASCHEWSKY 2006, S. 7). Konkret bedeutet dies die Frage danach, ob bestimmte Teile der Bevölkerung durch die Verteilung von Umweltgütern oder Umweltbelastungen bzw. durch die Verfahren von Umweltpolitik „ungerechtfertigt“ benachteiligt werden oder nicht.

Das Neue am Konzept der „Umweltgerechtigkeit“ ist dabei der Ansatz der „räumlich- und sozialdifferenzierten integrierten Umweltforschung“, der begründet, warum eine interdisziplinäre Betrachtung aus den Blickwinkeln der Umweltwissenschaften und Sozialwissenschaften nötig ist (KÖCKLER et al. 2007, S. 1 ff).

3. Politische Bezüge

Für die Wahrung bzw. die Herstellung sozialer Gerechtigkeit ist in Deutschland vornehmlich die Sozialpolitik im weitesten Sinne zuständig (mit großer Bandbreite hinsichtlich Zielen, Akteuren und Handlungsebenen). Bezogen auf die deutsche Diskussion bieten etwa "Nachhaltigkeit", "Sozial-, Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit" konzeptionelle Anknüpfungsmöglichkeiten für Umweltgerechtigkeit (MASCHEWSKY o. A.).

Die WHO sieht Aktionsprogramme für Umwelt und Gesundheit (APUG) als wirksame Instrumente zur Verbesserung des umweltbezogenen Gesundheitsschutzes vor. Auf einer Ministerkonferenz 1994 haben sich die europäischen WHO-Mitgliedsstaaten darauf verständigt, nationale Aktionsprogramme aufzustellen (vgl. APUG 2009). In Deutschland stellt Nordrhein-Westfalen (NRW) bisher als einziges Bundesland ein eigenes Aktionsprogramm für Umwelt und Gesundheit auf. Im umweltpolitischen Zusammenhang in Deutschland ist das Thema „Umweltgerechtigkeit“ lediglich in diesem Programm als Querschnittsthema berücksichtigt worden (vgl. MULV NRW 2009). „Umweltgerechtigkeit“ ist Ausdruck des Umstandes, dass durch die größer werdende soziale Kluft Umweltressourcen (z. B. Grünflächen im Wohnumfeld) und Umweltbelastungen (z. B. Luftbelastungen durch hohes Verkehrsaufkommen) zwischen sozial besser gestellten und schlechter gestellten Bevölkerungsgruppen deutlich ungleich verteilt sind“ (MULV NRW 2008, S. 27).

4. Feinstaubproblematik (PM10) in Berlin

Mit der von der EU erlassenen Luftqualitäts-Rahmenrichtlinie (96/62/EG) wurde 1996 eine neue Grundlage für die einheitliche Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität in Städten geschaffen. Die fünf Tochterrichtlinien (99/30/EG, 00/69/EG, 02/3/EG, 04/107/EG und 08/50/EG) konkretisieren die Ziele und Prinzipien der Rahmenrichtlinie. Diese sehen u. a. Grenzwertfestlegungen für Luftschadstoffe wie beispielsweise PM10 und die Pflicht zu

Maßnahmenstrategien vor, um diese Grenzwerte einzuhalten. 2002 wurde sie durch Änderungen im Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) von der Bundesrepublik Deutschland in nationales Recht umgesetzt.

In Berlin wurde im Jahr 2002 erstmals der Grenzwert von $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM₁₀ an mehr als 35 Tagen überschritten.

Dies hatte die Pflicht zur Erstellung eines Luftreinhalte- und Aktionsplanes

(Zeithorizont 2005-2010) zur Folge. Auf Grund der Analyse der Luftqualität wurden Stickstoffdioxid (NO₂), und Ozon (O₃) als ernste Problemfelder sowie PM₁₀ als sehr ernstes Problemfeld der Luftreinhaltung

identifiziert, während die Belastung der Luft mit Schwefeldioxid (SO₂), Kohlemonoxid (CO), Benzol (C₆H₆) und Blei (Pb) in Berlin schon länger kein Problem mehr darstellt [SENSTADT 2005a, S. 7].

Die Herkunft des innerhalb des Berliner Stadtgebietes vorkommenden Feinstaubes verdeutlicht die Abbildung aus dem Berliner Luftreinhalteplan (vgl. Abbildung 1).

Demnach setzt sich die PM₁₀-Belastung vorwiegend aus Belastungen des regionalen und urbanen Hintergrundes zusammen. Die lokalen Quellen, meistens der KFZ-Verkehr, bilden die Belastungsspitzen.

Die regionale Hintergrundbelastung stellt denjenigen Anteil dar, den Berlin selbst nicht beeinflussen kann. Er wird nicht innerhalb der Stadt produziert und fließt dennoch in die Berechnungen der städtischen Belastungen ein. Die hausgemachten PM₁₀-Belastungen Berlins lassen sich in diejenigen des städtischen Hintergrundes und in solche unterteilen, die durch lokale Emittenten (bspw. Autoverkehr) verursacht und in direkter Nähe zur Quelle gemessen werden können.

Aus dem Berliner Luftreinhalteplan ist zu entnehmen, dass ungefähr die Hälfte der Feinstaubbelastungen in Berlin der regionalen Hintergrundbelastung entstammt und damit aus Quellen, die sich außerhalb des Stadtgebietes befinden. Sie setzt sich zur Hälfte aus

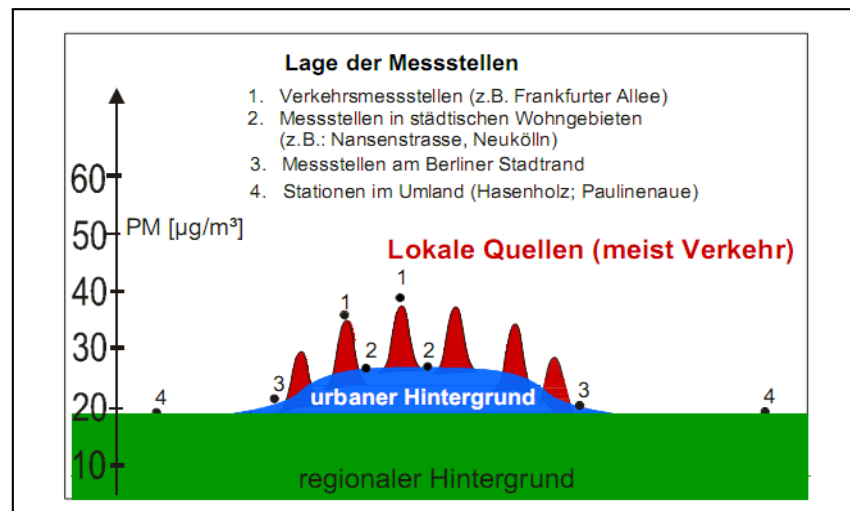


Abbildung 1: Schema der Feinstaub(PM₁₀)-Belastung in Berlin und Umgebung, SENSTADT 2005a, S. 12

Industrieemissionen zusammen, die zu großen Teilen aus den östlich und südöstlich von Berlin gelegenen Nachbarstaaten stammen. Auch der Verkehr außerhalb der Stadt trägt zur regionalen Hintergrundbelastung bei. Ebenfalls hierunter fallen die von außerhalb der Stadt eingetragenen PM10-Partikel aus natürlichen Quellen, wie sie bspw. biogene Partikel, aufgewirbeltes Erdkrustenmaterial und Meersalzaerosole darstellen.

Die urbane PM10-Hintergrundbelastung stammt mit ca. 16 % der Gesamtmenge von PM10 zum größten Teil aus dem Straßenverkehr. Der Rest, rund 11 %, verteilt sich gleichmäßig auf Wohnungsheizungen, Industrien und Kraftwerke, Bautätigkeiten und sonstige Quellen in der Stadt. Damit hat die urbane Hintergrundbelastung einen Anteil an der Gesamtbelastung von PM10 an einer verkehrsreichen Hauptverkehrsstraße in Berlin von 27 % (vgl. Abbildung 2) (SENSTADT 2005a, S.11).

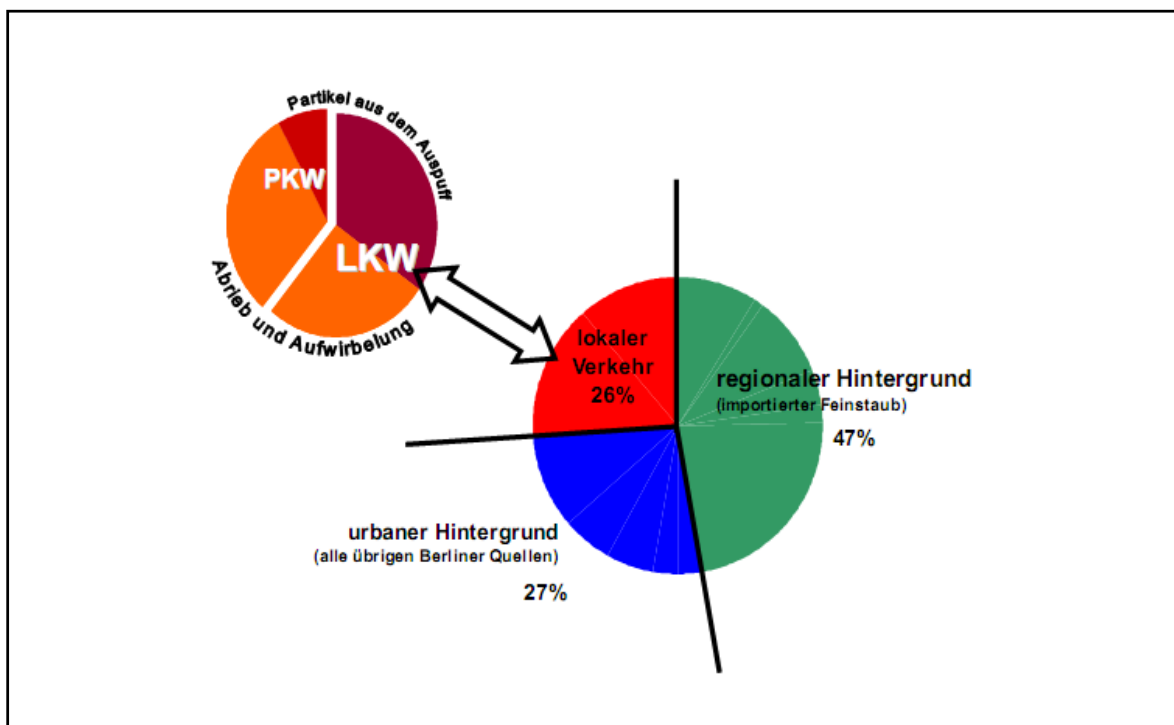


Abbildung 2: Anteile der Verursacher an der PM10-Belastung an einer verkehrsreichen Hauptverkehrsstraße in der Berliner Innenstadt, SENSTADT 2005a, S. 12

Die lokalen Quellen, also meistens der Verkehr, weisen einen Anteil von ca. 26 % an der gesamten PM10-Belastung auf. Der LKW-Verkehr hat hier mit zwei Dritteln den größten Anteil an der lokalen Verschmutzung. Dabei stammt diese Belastung zur Hälfte aus dem Auspuff vor allem der Dieselfahrzeuge. Die andere Hälfte ist dem Abrieb von Reifen, Fahrbahn und Bremsen sowie der Aufwirbelung des Straßenstaubes durch die Fahrzeuge zuzuschreiben. Im Hinblick auf die Überschreitung der Tagesschwelle von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 ist anzumerken, dass eine Stadt gegen die „importierte“ PM10-Belastung selbst nicht angehen kann. Vielmehr muss sie versuchen, die „eigenen“ Belastungen zu reduzieren. In Berlin

konzentrieren sich die Maßnahmen vor allem auf den Kfz-Verkehr, da der Verkehr hier eine wesentliche Quellgruppe für Luftschadstoffe ist. Diese Maßnahmen werden auch vom Umweltbundesamt unterstützt und sind richtungweisend für andere Städte (vgl. hierzu DIEGMANN et al. 2006).

5. *Monitoring Soziale Stadtentwicklung Berlin*

Das *Monitoring Soziale Stadtentwicklung Berlin* wird seit 1998 als kontinuierliches Stadtbeobachtungssystem der sozialräumlichen Entwicklung im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung erstellt. Im Sinne eines Frühwarnsystems dient es der Ermittlung von gebietsbezogenem Handlungsbedarf im Rahmen der sozialen Stadtentwicklung. Einen besonderen Entwicklungsbedarf gibt es dort, wo mehrere Faktoren der Stadtentwicklung zu einer sich kumulativ verstärkenden Überlagerung von funktionalen und sozialen Problemen führen. Die Ergebnisse des Monitorings gehen in die Berechnungen der Finanzmittelzuweisung der Bezirke ein. Darüber hinaus wird auf Grundlage dieses Monitorings über die Aufnahme bzw. das Herausnehmen von Quartieren aus dem Bundes-Länder-Programm „Soziale Stadt“ (Quartiersverfahren) entsprechend § 171e Baugesetzbuch entschieden. Somit stehen finanzielle Zuschüsse seitens des Bundes zur Disposition.

Das *Monitoring Soziale Stadtentwicklung Berlin 2007* besteht aus einer quantitativen Datenanalyse, in der mittels einer Clusteranalyse "Gebiete mit ähnlicher Entwicklungstendenz" ermittelt werden. Der quantitative Untersuchungsteil wird um eine qualitative Untersuchungsvariante bei den als auffällig ermittelten Gebietskulissen ergänzt. Auf Grundlage der Ergebnisse werden konkrete, gebietsbezogene Handlungsempfehlungen zum Einsatz stadtentwicklungspolitischer Instrumente der Prävention und Intervention formuliert (vgl. SENSTADT 2008, SENSTADT 2007, S. 3). In bestimmten zeitlichen Abständen wird das Monitoring fortgeschrieben. Dies ist dann der Fall, wenn durch gesetzliche Änderungen die Notwendigkeit besteht, die im Monitoring verwendeten Indikatoren neu zu berechnen.

Die Fortschreibungen des derzeit aktuellen Monitorings 2007 für den Zeitraum 2005 – 2006 ergeben sich aus den Änderungen der Sozialgesetzbücher (SGB) II, III und XII zum 01.01.05 (z. B. Umstellung der Arbeitslosen- und Sozialhilfestatistik). Im Rahmen dieser Fortschreibung wurde auch das statistische Verfahren, mit dem die Ergebnisse der Analyse zusammengefasst werden, neu konzipiert. Die bisherige Typisierung der Gebiete durch eine Clusteranalyse wurde durch ein Verfahren abgelöst, das die Abbildung der Veränderung von Gebieten über einen längeren Zeitraum ermöglicht.

Die Indikatoren des Monitorings 2007 werden in zwei Gruppen unterschieden, die Status-Indikatoren und die Dynamik-Indikatoren. Mit Hilfe der sechs Status-Indikatoren wird die soziale Lage in einem Quartier (der „Status“) beschrieben. Die sechs Dynamik-Indikatoren dienen zur Charakterisierung der Veränderung der sozialen Situation im abgelaufenen Jahr („Dynamik“). Beim „Status“-Index fließen vor allem Daten zur Arbeitslosigkeit und zum Transferbezug, beim „Dynamik“-Index solche zu Umzugsbewegungen und zu den Veränderungen von Status-Indikatoren ein (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Neue Indikatoren des Monitoring Soziale Stadtentwicklung 2007, verändert nach SENSTADT 2007

Status-Indikatoren	Dynamik-Indikatoren
1. Arbeitslose (nach SGB II und III) in % der 18-60-jährigen 2. Arbeitslose (nach SGB II und III) unter 25 Jahren in % der 18-25-jährigen 3. Langzeitarbeitslose - Arbeitslose (nach SGB II und III) mit einer Bezugszeit von über einem Jahr in % der 18-60-jährigen 4. Nicht-arbeitslose Empfängerinnen und Empfänger von Existenzsicherungsleistungen in % der Einwohnerinnen und Einwohner (Nicht arbeitslos gemeldete, erwerbsfähige Empfängerinnen und Empfänger von Existenzsicherungsleistungen nach SGB II, nicht-erwerbsfähige Empfängerinnen und Empfänger von Existenzsicherungsleistungen nach SGB II und Leistungsempfängerinnen und Leistungsempfänger nach SGB XII) 5. Nicht-erwerbsfähige Empfängerinnen und Empfänger von Existenzsicherungsleistungen in % der Einwohnerinnen und Einwohner unter 15 Jahren (Nicht-erwerbsfähige Empfängerinnen und Empfänger von Existenzsicherungsleistungen nach SGB II) 6. Ausländische Kinder und Jugendliche unter 18 Jahren in % der Einwohnerinnen und Einwohner unter 18 Jahren	1. Wanderungsvolumen in % der Einwohnerinnen und Einwohner 2. Wanderungssaldo in % der Einwohnerinnen und Einwohner 3. Wanderungssaldo von Kindern unter 6 Jahren in % der Einwohnerinnen und Einwohner unter 6 Jahren 4. Veränderung des Anteils der deutschen Empfängerinnen und Empfänger von Existenzsicherungsleistungen (nach SGB II, III und XII) gegenüber dem Vorjahr in %-Punkten (Veränderung der Summe aus Status 1 und 4 ohne Status 5, nur Deutsche) 5. Veränderung des Anteils der ausländischen Empfängerinnen und Empfänger von Existenzsicherungsleistungen (nach SGB II, III und XII) gegenüber dem Vorjahr in %-Punkten (Veränderung der Summe aus Status 1 und 4 ohne Status 5, nur Ausländerinnen und Ausländer) 6. Veränderung des Anteils der nicht-erwerbsfähigen Empfängerinnen und Empfänger von Existenzsicherungsleistungen (nach SGB II) unter 15 Jahren gegenüber dem Vorjahr in %-Punkten (Veränderung von Status 5)
Status-Index	Dynamik-Index
Hoch	Positiv
Mittel	Stabil
Niedrig	Negativ
Sehr niedrig	

Das *Regionale Bezugssystem Berlin* ist ein aktuelles, zentrales und datenbankgestütztes Verzeichnis aller Berliner Adressen sowie damit verbundener Raumgliederungssystematiken. Es teilt die 15.200 Berliner Wohnblöcke u. a. in die 338 Verkehrszellen, eine der wichtigsten Raumgliederungseinheiten Berlins, auf. Sachdaten – z. B. aus der Einwohnerregisterstatistik - werden bei der statistischen Regionalisierung Raumbezügen zugeordnet, die es ermöglichen, die Ergebnisse u. a. auf der Ebene von Verkehrszellen darzustellen. So bilden

auch beim *Monitoring Soziale Stadtentwicklung 2007* weiterhin die 338 Verkehrszellen Berlins die räumliche Bezugsgrundlage.

Verkehrszellen sind dadurch charakterisiert, dass sie meist eine große Hauptverkehrsstraße als Mittelpunkt haben (vgl. Abbildung 3) (vgl. BÖRMANN ET AL. 2006). Dies hat zur Folge, dass in fast allen

Verkehrszellen

Hauptverkehrsstraßen

vorhanden sind. Ausnahme hierbei bildet lediglich Verkehrszelle 1191 Alt-Stralau (vgl. JAHN ET AL. 2006, S.11 in BRÜCKNER 2008 S. 29)².

Eine Übersicht der Verkehrszellen mit ihrem jeweiligen Status-/Dynamik-Index gibt die Karte „Status/Dynamik-Index Soziale Stadtentwicklung 2007“ aus dem Bericht *Monitoring Soziale Stadtentwicklung 2007*².

So können beim Sozialstatus-Index

Verkehrszellen mit einem hohen, mittleren, niedrigen und sehr niedrigen

Sozialstatus unterschieden werden. Beim Dynamik-Index ergibt sich eine Einteilung der Verkehrszellen nach einer positiven, stabilen oder negativen Entwicklung. Durch die Überlagerung von Status-Index und Dynamik-Index ergeben sich für die Verkehrszellen zwölf Gruppen, die folgende Status/Dynamik-Indizes aufweisen können:

1. Verkehrszellen mit hohem Sozialstatus und positiver Entwicklung
2. Verkehrszellen mit hohem Sozialstatus und stabiler Entwicklung
3. Verkehrszellen mit hohem Sozialstatus und negativer Entwicklung
4. Verkehrszellen mit mittlerem Sozialstatus und positiver Entwicklung

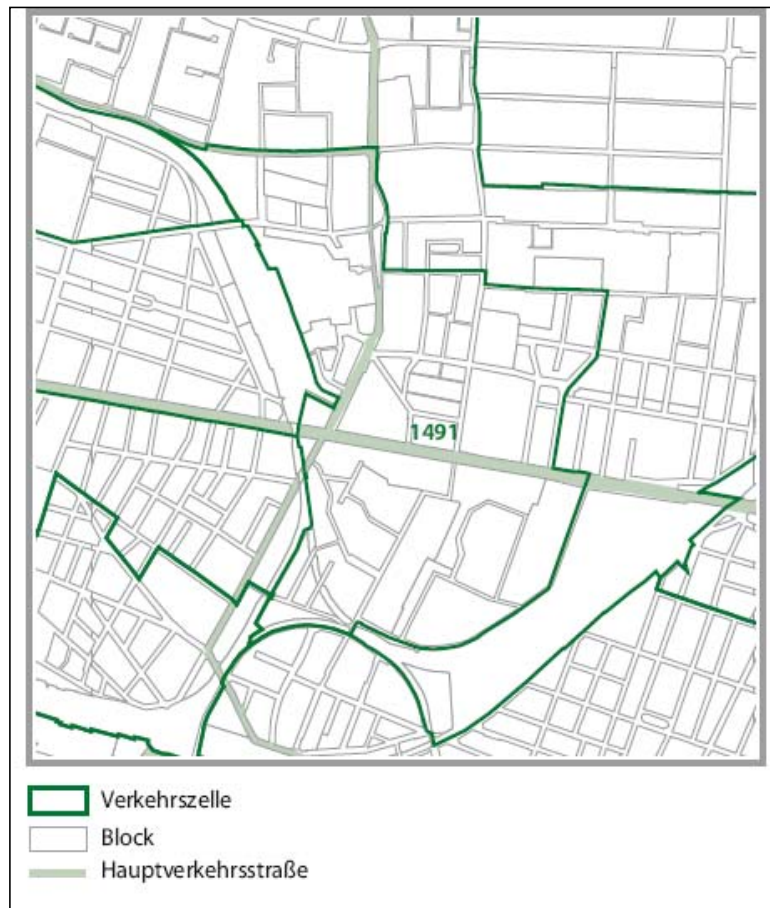


Abbildung 3: Mittige Magistrale in einer Verkehrszelle, BÖRMANN ET AL. 2006, S. 367

² siehe hierzu:

http://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/basisdaten_tadtentwicklung/monitoring/download/2007/karten/5_Status_Dynamik_Index2007.pdf.

5. Verkehrszellen mit mittlerem Sozialstatus und stabiler Entwicklung
6. Verkehrszellen mit mittlerem Sozialstatus und negativer Entwicklung
7. Verkehrszellen mit niedrigem Sozialstatus und positiver Entwicklung
8. Verkehrszellen mit niedrigem Sozialstatus und stabiler Entwicklung
9. Verkehrszellen mit niedrigem Sozialstatus und negativer Entwicklung
10. Verkehrszellen mit sehr niedrigem Sozialstatus und positiver Entwicklung
11. Verkehrszellen mit sehr niedrigem Sozialstatus und stabiler Entwicklung
12. Verkehrszellen mit sehr niedrigem Sozialstatus und negativer Entwicklung

Auf einen Blick können so die in der Karte „Status/Dynamik-Index Soziale Stadtentwicklung 2007“ rot dargestellten Verkehrszellen mit sehr niedriger Status-Dynamik-Entwicklung erfasst werden, die die „Problemquartiere“ in Berlin kennzeichnen

(http://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/basisdaten_stadtentwicklung/monitoring/download/2007/karten/5_Status_Dynamik_Index2007.pdf).

Bei zukünftigen Stadtentwicklungsmaßnahmen treten diese besonders in den Vordergrund.

In Karte 1 „Sozialstatus/Dynamik-Index je Verkehrszelle in Berlin 2005“ (siehe Seite 67) sind die Berliner Verkehrszellen entsprechend ihrem Sozialstatus/Dynamik-Index für das Jahr 2005 dargestellt.

6. Zielstellung

Das Ziel der Studie besteht darin, auf der Grundlage der gelieferten Daten zunächst die Feinstaub(PM10)-Belastung für die Berliner Verkehrszellen zu berechnen. Durch eine Kombination der Feinstaubbelastung mit dem Sozialstatus/Dynamik-Index und den Einwohnern sollen in einem weiteren Schritt alle Verkehrszellen hinsichtlich dieser drei Merkmale analysiert werden. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse können die Verkehrszellen und Einwohner ermittelt und lokalisiert werden, die einerseits besonders stark durch Feinstaub (PM10) belastet sind und andererseits einen (sehr) niedrigen Sozialstatus/Dynamik-Index aufweisen.

So soll u. a. untersucht werden, ob es einen statistischen Zusammenhang zwischen dem Sozialstatus/Dynamik-Index und der Feinstaub(PM10)-Belastung gibt. Insbesondere soll der Frage nachgegangen werden, ob Verkehrszellen mit einem (sehr) niedrigen Sozialstatus besonders stark von Feinstaub(PM10) betroffen sind.

Eine Grundannahme ist, dass Menschen mit einem (sehr) niedrigen Sozialstatus über ein geringeres Einkommen als Menschen mit höherem Sozialstatus verfügen und sich deshalb eher in Stadtgebieten mit niedrigen Wohnungsmieten und schlechteren Wohnumfeldbedingungen infolge von Umweltbelastungen (wie z. B. Verkehr, Lärm,

Feinstaub) und mit geringer bzw. fehlender Grünflächenausstattung ansiedeln. So lautet die Hypothese: Verkehrszellen mit einem (sehr) niedrigem Sozialstatus weisen hohe PM10-Belastungen auf.

Die Ergebnisse der Untersuchungen werden in unterschiedlichen thematischen Karten raumbezogen dargestellt.

Wenn von Feinstaub(PM10)-Belastungen bzw. PM10-Belastungen in der Studie gesprochen wird, so werden darunter immer die berechneten PM10-Hintergrundimmissionen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ verstanden.

7. Methodik

In der vorliegenden Studie wurden raumbezogene Daten zum Sozialstatus/Dynamik-Index in Berlin mit Daten zur PM10-Belastung überlagert und statistisch analysiert.

7.1 Datenquellen

Datenlieferant für die PM10-Immissionsbelastungen war die Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz Berlin. Daten zu PM10-Hintergrundimmissionen und PM10-Gesamtimmissionen bezogen auf 1 km²-Rasterflächen wurden in Form von Exceltabellen zur Verfügung gestellt. Neben den Werten wurde somit auch das 1 km²-Rastershapefile für das Berliner Stadtgebiet geliefert (vgl. Abbildung 4).

Die Shapefiles zum Sozialstatus/Dynamik-Index stammen aus dem aktuellen *Monitoring Soziale Stadtentwicklung Berlin 2007* und wurden von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin geliefert. Die Daten wurden im Unterschied zu den PM10-Belastungswerten nicht in Form eines 1 km²-Flächenrasters sondern auf Basis der in Berlin verwendeten statistischen Einheit der „Verkehrszellen“ zur Verfügung gestellt (vgl. Abbildung 5).

Neben den Daten zum Sozialstatus/Dynamik-Index wurden die Bezirksgrenzen Berlins und die Umweltzone als Linienshapefiles sowie die Einwohnerzahlen pro Verkehrszelle in Tabellenform bereitgestellt.

Alle Daten stammen aus dem Jahr 2005; lediglich die Einwohnerzahlen pro Verkehrszelle sind von 2007. Da für die Verkehrszellen keine Einwohnerzahlen für 2005 zur Verfügung gestellt werden konnten, musste für die Bearbeitung auf Datenbestände aus unterschiedlichen Jahren zurückgegriffen werden.

7.2 Einsatz Geographischer Informationssysteme

Geographische Informationssysteme (GIS) verfügen über die Möglichkeit, Sach- und Geometriedaten in ihren komplexen, logisch-inhaltlichen und räumlichen Zusammenhängen zu erfassen, zu analysieren, zu visualisieren und zu verwalten. Darüber hinaus können sie mittels ihrer räumlichen Analysemöglichkeiten neue Informationen generieren. Darin unterscheiden sich Geographische Informationssysteme von verwandten Produkten wie Desktop Mapping oder Bildverarbeitungsprogrammen (vgl. UNIVERSITÄT BONN GEOGRAPHISCHES INSTITUT 2008).

Die Studie basiert auf der Nutzung des Geographischen Informationssystem „ArcGIS“ der Firma ESRI. Mittels der Möglichkeit, räumliche Analysen durchzuführen und die daraus resultierenden Ergebnisse kartographisch darzustellen, wurden die Ausgangsdaten „PM10-Belastungswerte“ und „Sozialstatus/Dynamik-Index“ von Berlin mittels GIS bearbeitet.

7.3. Datenverarbeitung

7.3.1 Berechnung der Feinstaub(PM10) - Belastung pro Verkehrszelle

Das Ziel bestand zunächst darin, mit den gelieferten Daten „PM10-Hintergrundbelastung“ die gesamten PM10-Hintergrundimmissionen pro Berliner Verkehrszelle zu berechnen. Mittels der ArcGIS - Toolbox wurde über die Funktion „Intersect“ das Rastershapefile (Abbildung 4) mit den entsprechenden PM10-Belastungswerten und das Shapefile „Sozialstatus/Dynamik-Index“, das auf Verkehrszellen basiert (Abbildung 5), miteinander verschnitten. Abbildung 6 zeigt wie die Verschneidung der beiden Shapefiles grafisch aussieht.

Die Nutzung der Funktion „Intersect“ (vgl. Abbildung 7) ermöglicht es, die Schnittmengen aus zwei verschiedenen Layern zu bilden. In unserem Fall ergibt sich daraus ein neuer Layer. Dieser enthält alle Informationen, die sich einerseits in der Attributtabelle des Rasterfiles (PM10-Hintergrundimmissionswerte) und andererseits in der Attributtabelle des Shapefiles „Sozialstatus/Dynamik-Index“ befinden (vgl. Abbildung 7).

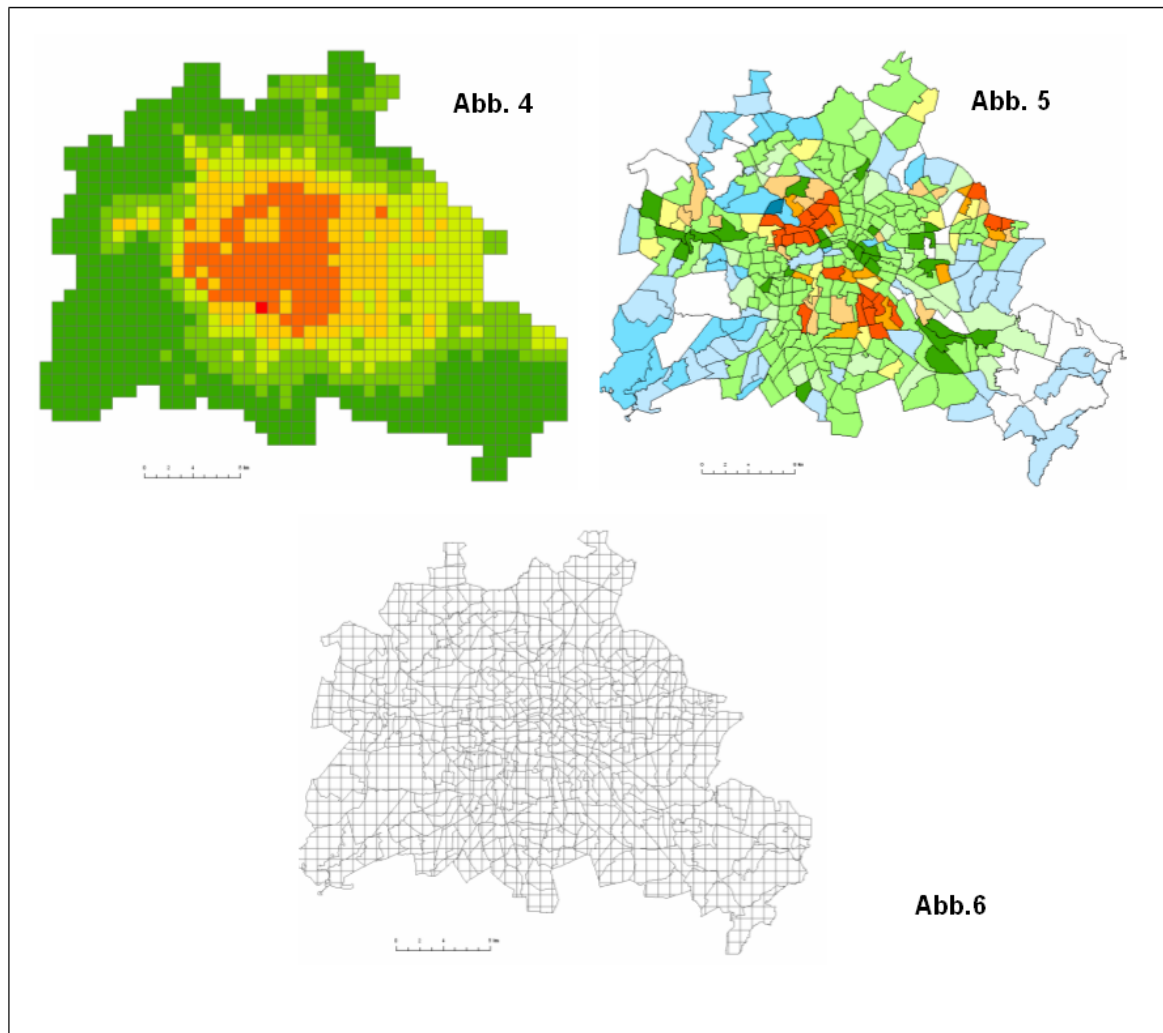


Abbildung 4: Rasterflächen mit PM10-Hintergrundimmissionen

Abbildung 5: Verkehrszellen mit Sozialstatus/Dynamik-Index

Abbildung 6: Verschneidung der beiden Layer „Raster“ und „Verkehrszellen mit Sozialstatus/Dynamik- Index“

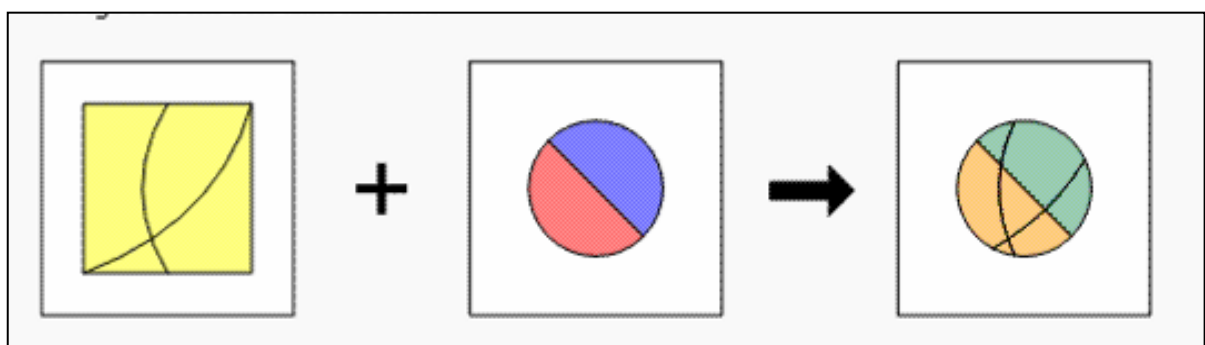


Abbildung 7: Vereinfachte Darstellung der ArcMap-Funktion „Intersect“, LAUM 2008

In einem weiteren Schritt erfolgte zunächst die Berechnung der prozentualen Anteile der Rasterzellen mit den Informationen zu den PM10-Hintergrundimmissionen, die sich innerhalb der einzelnen Verkehrszellen befinden (vgl. hierzu hellrote Fläche in Abbildung 8).

Darauf basierend wurde errechnet, wie viel PM10-Immissionen diesen Prozentanteilen entsprechen. Diese Ergebnisse wurden mittels der Pivot-Tabelle in Excel für jede Verkehrszelle addiert, so dass eine Aussage zu den Jahresmittelwerten der „PM10-Hintergrundimmissionen pro Verkehrszelle“ möglich wurde. Um einen Vergleich herzustellen, wurden zuletzt die PM10-Hintergrundimmissionen in Relation zur Fläche der Verkehrszelle gewichtet, d. h. durch diese dividiert.

Die Einteilung der berechneten Jahresmittelwerte der PM10-Hintergrundimmissionen in folgende fünf Gruppen bildete die Grundlage für die kartographische Darstellung:

Gruppe 1:	20,0 bis < 22,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gruppe 2:	22,0 bis < 24,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gruppe 3:	24,0 bis < 26,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gruppe 4:	26,0 bis < 28,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gruppe 5:	28,0 bis < 30,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Die so ermittelten PM10-Hintergrundimmissionen (Jahresmittelwerte) in den Berliner Verkehrszellen für das Jahr 2005 werden in Karte 2 „Feinstaub(PM10)-Belastung je Verkehrszelle in Berlin 2005“ (siehe Seite 68) dargestellt. Die räumliche Verteilung zeigt, dass hohe PM10-Werte der Gruppen 4 und 5 vor allem in der Umweltzone anzutreffen sind, während die PM10-Belastung vom Zentrum zur Peripherie abnimmt.

7.3.2 Berechnung der Anzahl der Hauptverkehrsstraßenabschnitte mit PM10-Grenzwertüberschreitungen pro Verkehrszelle

Als Zweites wurde anhand der gelieferten Daten die Anzahl der Straßenabschnitte pro Verkehrszelle ermittelt, bei denen eine Überschreitung des PM10 24h-Mittels von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an mehr als 35 Tagen im Jahr auftritt.

Für diese Berechnung standen anders als bei den PM10-Hintergrundimmissionsdaten die PM10-Immissionen nicht flächendeckend für Berlin in Form des 1 km^2 -Raster zur Verfügung, sondern nur für diejenigen Rasterflächen, bei denen der Tagesgrenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten war. Daneben beziehen sich die berechneten Jahresmittelwerte nicht auf die Rasterfläche von 1 km^2 , sondern auf die im Raster befindlichen Hauptverkehrsstraßenabschnitte (vgl. Abbildung 9). Dabei musste geklärt werden, bei wieviel Hauptverkehrsstraßenabschnitten pro Rasterfläche Grenzwertüberschreitungen angegeben wurden.

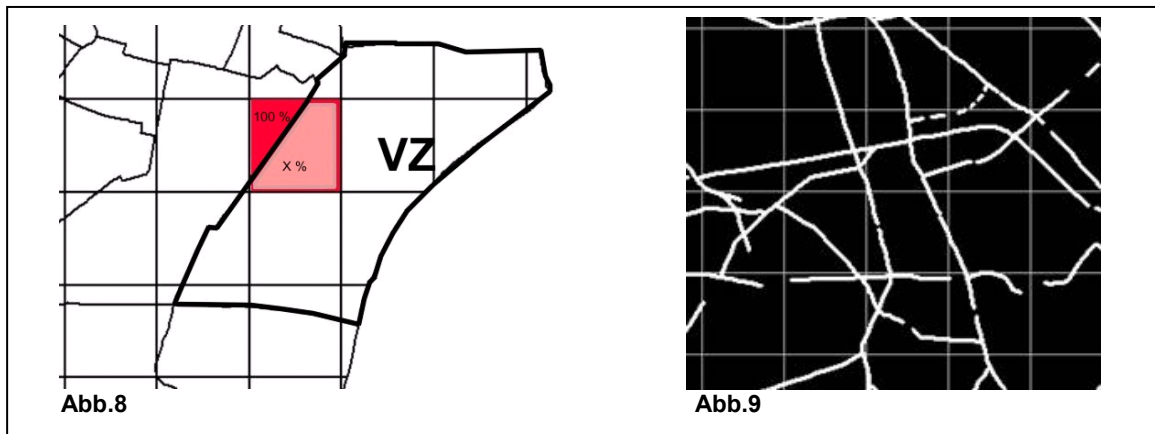


Abbildung.8: Berechnung der sich in den Verkehrszellen (VZ) befindenden Anteile der Rasterzellen

Abbildung 9: Beispiel für Rasterzellen mit Hauptverkehrsstraßenabschnitten

Um letztlich eine Aussage über die Anzahl der Hauptverkehrsstraßenabschnitte **pro Verkehrszelle** machen zu können, bei denen der berechnete Tagesgrenzwert überschritten ist, mussten zunächst die Prozentanteile der Raster berechnet werden, die sich innerhalb der Verkehrszelle befinden. Dann wurde in einem weiteren Schritt berechnet, wieviel Fläche der Rasterflächen dem berechneten Prozentanteil entspricht. Mittels der Formel

$$\frac{\sum A_{Ri} * N_{Üi}}{A_V}$$

A_{Ri} = Flächenanteil der Rasterzelle x , die sich in der Verkehrszelle befindet

$N_{Üi}$ = Anzahl der Straßenabschnitte mit Grenzwertüberschreitung der Rasterzelle x

A_V = Fläche der entsprechenden Verkehrszelle

wurde für jede Verkehrszelle die (flächengewichtete) durchschnittliche Anzahl der Grenzwertüberschreitungen basierend auf der Anzahl der Grenzwertüberschreitungen pro Rasterzelle ($N_{Ü}$) berechnet.

Die Analyseergebnisse wurden zusammen mit dem Sozialstatus/Dynamik-Index der betroffenen Verkehrszellen in Karte 3 "Sozialstatus/Dynamik-Index und PM10-Grenzwertüberschreitungen je Verkehrszelle in Berlin 2005" (siehe Seite 69) kartographisch dargestellt.

Aus der Karte wird ersichtlich, dass die meisten PM10-Grenzwertüberschreitungen von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an mehr als 35 Tagen im Jahr in Hauptverkehrsstraßenabschnitten in Verkehrszellen innerhalb der Umweltzone mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index auftreten. Dabei liegt die Gruppe mit 21 bis 25 Hauptverkehrsstraßenabschnitten mit PM10-Grenzwertüberschreitung sowohl in Verkehrszellen mit sehr niedrig-negativem, sehr niedrig-stabilem, mittel-negativem und mittel-stabilem Sozialstatus/Dynamik-Index. 11 bis 15 Hauptverkehrsstraßenabschnitte mit PM10-Grenzwertüberschreitung kommen in Verkehrszellen mit sehr niedrig-negativem, niedrig-negativem, mittel-negativem, mittel-stabilem und hoch-positivem Sozialstatus/Dynamik-Index vor. In Verkehrszellen mit sehr niedrig-negativem, mittel-negativem, mittel-stabilem und hoch-positivem Sozialstatus/Dynamik-Index beträgt die Anzahl der Hauptverkehrsstraßenabschnitte mit Grenzwertüberschreitungen zwischen 6 und 10. Ein bis fünf Hauptverkehrsstraßenabschnitte mit Grenzwertüberschreitungen verteilen sich auf Verkehrszellen mit sehr niedrig-negativem, sehr niedrig-stabilem, niedrig-negativem, mittel-negativem und hauptsächlich mit mittel-stabilem Sozialstatus/Dynamik-Index innerhalb der Umweltzone.

Außerhalb der Umweltzone überwiegen die Verkehrszellen mit nur ein bis fünf Hauptverkehrsstraßenabschnitten mit Grenzwertüberschreitungen. Diese erstrecken sich über alle Kategorien des Sozialstatus/Dynamik-Indexes, wobei die Mehrzahl der Verkehrszellen einen mittel-stabilen oder mittel-negativen Sozialstatus/Dynamik-Index aufweist. In wenigen Verkehrszellen gibt es 6 bis 10 Hauptverkehrsstraßenabschnitte mit Grenzwertüberschreitungen. Mehr als 10 Hauptverkehrsstraßenabschnitte mit Grenzwertüberschreitungen sind in den Verkehrszellen außerhalb der Umweltzone nicht ermittelt worden.

7.3.3 Berechnung der Einwohnerdichte pro Verkehrszelle

Für die Berechnung der Einwohnerdichte [$\text{Einwohner}/\text{km}^2$] wurden die Einwohnerzahlen pro Verkehrszelle von 2007 verwendet, da für das Jahr 2005 keine Daten pro Verkehrszelle vorlagen. Die Einwohnerdichte je Verkehrszelle ergibt sich aus der Division der Anzahl der Einwohner je Verkehrszelle durch die Fläche der Verkehrszelle. Die räumliche Verteilung der Einwohner auf die Berliner Verkehrszellen für das Jahr 2007 wurde in Karte 4 "Einwohnerdichte je Verkehrszelle in Berlin 2007" (siehe Seite 70) dargestellt.

8. Ergebnisse

In Kapitel 8.1 werden die Berliner Verkehrszellen hinsichtlich ihres Sozialstatus/Dynamik-Indexes einschließlich ihrer Flächen und Einwohner analysiert.

Gegenstand von Kapitel 8.2 ist die Auswertung aller Verkehrszellen hinsichtlich ihrer Feinstaub(PM10)-Belastung sowie der davon betroffenen Bevölkerung unter Einbeziehung des Sozialstatus/Dynamikindexes. In Kapitel 8.3 werden nur die Verkehrszellen innerhalb der Umweltzone einer Analyse der Feinstaub(PM10)-Belastung und der Bevölkerung unter Einbeziehung des Sozialstatus/Dynamikindexes unterzogen und die Schwerpunkte der PM10-Belastung ermittelt.

8.1 Analyse der Berliner Verkehrszellen nach Sozialstatus/Dynamik-Index, Fläche und Einwohnern

- **Sozialstatus “hoch”**

Von den 338 Verkehrszellen wurden entsprechend dem *Monitoring Soziale Stadtentwicklung Berlin 2007* 64 Verkehrszellen identifiziert, die dem Sozialstatus “hoch” entsprechen. Bei der Berücksichtigung des Dynamik-Indexes fallen von den 64 Verkehrszellen 39 in die Kategorie “hoch-positiv”, 24 in die Kategorie “hoch-stabil” und eine in die Kategorie “hoch-negativ”. Mit einer Fläche von insgesamt 243 km² macht der Sozialstatus “hoch” einen Anteil von 27,3 % an der Fläche Berlins aus. Von den drei unterschiedlichen Dynamiktendenzen “positiv”, “stabil” und “negativ” nehmen hier die Verkehrszellen mit einer positiven Entwicklungstendenz eine Fläche von insgesamt 155,6 km² ein. Bezogen auf die Fläche Berlins entspricht dies 17,5 %. Verkehrszellen mit den beiden anderen Entwicklungstendenzen “stabil” und “negativ” haben mit einer Fläche von 86 km² (9,7 %) bzw. 1,5 km² (0,2 %) einen deutlich geringeren Flächenanteil.

Insgesamt leben 317.490 Einwohner und damit 9,5 % der Berliner Bevölkerung in den 64 Verkehrszellen mit hohem Sozialstatus. Dabei entfallen auf die 39 Verkehrszellen mit „positiver“ Entwicklungstendenz 232.782 Einwohner. Das entspricht 7 % der Berliner Bevölkerung. In den 24 Verkehrszellen mit „stabiler“ Entwicklungstendenz leben 84.304 Einwohner und damit 2,5 % der Berliner Bevölkerung. Die Verkehrszelle mit „negativer“ Entwicklungstendenz hat 404 Einwohner, die 0,01 % der Berliner Bevölkerung ausmachen.

- **Sozialstatus “mittel”**

Insgesamt 191 Verkehrszellen entsprechen dem Sozialstatus “mittel”, die mit einer Fläche von 392,1 km² einen Anteil von 44,1 % an der Gesamtfläche Berlins haben. Von den 191

Verkehrszellen entfallen 25 auf den Sozialstatus mit einer "positiven" Entwicklungstendenz (70,6 km² bzw. 7,9 % der Fläche von Berlin). 140 Verkehrszellen weisen eine "stabile" Entwicklungstendenz (276,5 km² bzw. 31 % der Fläche von Berlin) und 26 Verkehrszellen eine "negative" Entwicklungstendenz (45,5 km² bzw. 5,1 % der Fläche von Berlin) auf.

Mit 2.095.342 Einwohnern bzw. ca. 63 % der Bevölkerung lebt die Mehrheit der Berliner in den 191 Verkehrszellen mit mittlerem Sozialstatus. 206.708 Einwohner (6,2 % der Berliner Bevölkerung) leben in den 25 Verkehrszellen mit positiver Entwicklungstendenz, 1.686.346 Einwohner (50,6 % der Berliner Bevölkerung) in den 140 Verkehrszellen mit stabiler Entwicklungstendenz und 202.288 Einwohner (6,1 % der Berliner Bevölkerung) in den 26 Verkehrszellen mit negativer Entwicklungstendenz.

- **Sozialstatus „niedrig“**

32 Verkehrszellen haben den Sozialstatus „niedrig“ mit einer Fläche von 62,8 km², was 7,1 % der Fläche von Berlin entspricht. Bei der Unterteilung des Sozialstatus „niedrig“ in die unterschiedlichen Entwicklungstendenzen (Dynamik-Index) verteilen sich die 32 Verkehrszellen auf 16 mit einer „stabilen“ Entwicklungstendenz (32 km² bzw. 3,6 % der Fläche von Berlin) und 16 mit einer „negativen“ Entwicklungstendenz (30,8 km² bzw. 3,4 % der Fläche von Berlin).

In den 32 Verkehrszellen mit niedrigem Sozialstatus leben insgesamt 412.564 Einwohner, was 12,4 % der Berliner Bevölkerung entspricht. Die 16 Verkehrszellen mit stabiler Entwicklungstendenz haben 231.961 Einwohner (7 % der Berliner Bevölkerung). Auf die anderen 16 Verkehrszellen mit negativer Entwicklungstendenz verteilen sich 180.603 Einwohner (5,4 % der Berliner Bevölkerung).

- **Sozialstatus „sehr niedrig“**

Ebenfalls 32 Verkehrszellen weisen den Sozialstatus „sehr niedrig“ auf. Mit einer Fläche von 48,9 km² machen sie einen Anteil von 5,5 % an der Gesamtfläche Berlins aus. Die Berücksichtigung des Dynamik-Indexes ergibt, dass 11 Verkehrszellen durch eine „stabile“ Entwicklungstendenz (17,2 km² bzw. 1,9 % der Fläche von Berlin) und 21 Verkehrszellen (31,8 km² bzw. 3,6 % der Fläche von Berlin) durch eine „negative“ Entwicklungstendenz charakterisiert werden.

Die 32 Verkehrszellen mit sehr niedrigem Sozialstatus haben insgesamt 504.522 Einwohner. Dies entspricht 15,1 % der Berliner Bevölkerung. Mit 150.458 Einwohnern leben 4,5 % der Berliner Bevölkerung in den 11 Verkehrszellen mit stabiler Entwicklungstendenz. Auf die restlichen 21 Verkehrszellen mit negativer Entwicklungstendenz verteilen sich 354.064 Einwohner. Dies entspricht 10,6 % der Berliner Bevölkerung.

- **„Unbewohnte“ Verkehrszellen**

Die verbleibenden 19 Verkehrszellen tragen den Status „unbewohnt“. Entsprechend dem Bericht *Monitoring Soziale Stadtentwicklung 2007 Berlin - Fortschreibung für den Zeitraum 2005 - 2006* sind in den „unbewohnten“ Verkehrszellen Flächen zusammengefasst, die sich auf Außenbereichsnutzungen (Wald, Wasser, Landwirtschaft), großflächige Grünanlagen sowie bauliche Nutzungen, die nicht dem Wohnen dienen (Gewerbe und Industrie, Verkehrsanlagen, Technische Infrastruktur) beziehen (vgl. SENSTADT 2007, S. 81). Die „unbewohnten“ Verkehrszellen haben mit einer Fläche von 143,6 km² einen Anteil von 16,1 % an der Fläche Berlins.

An dieser Stelle muss darauf hingewiesen werden, dass bei der Bearbeitung der Daten sehr wohl Einwohnerzahlen für diese Verkehrszellen identifiziert wurden. Es handelt sich um insgesamt 1634 Einwohner. Das entspricht einem Anteil von 0,05 % an der Berliner Bevölkerung.

Als Erklärung für diesen Widerspruch muss auf den Bericht des *Monitoring Soziale Stadtentwicklung 2007* verwiesen werden. Dort wird erwähnt, dass für das Monitoring Verkehrszellen mit einer Einwohnerzahl von unter 100 unberücksichtigt blieben (vgl. SENSTADT 2007, S. 6).

- **Fazit**

Die Fläche Berlins beträgt rund 891 km². Davon haben die 140 Verkehrszellen mit einem mittel-stabilen Sozialstatus/Dynamik-Index und insgesamt 276,5 km² mit 31 % den größten Anteil an der Gesamtfläche. Mit 155,6 km² (17,5 %) bzw. 143,6 km² (16,1 %) folgen die 39 Verkehrszellen mit einem hoch-positiven Sozialstatus/Dynamik-Index bzw. 19 unbewohnte Verkehrszellen. Gebiete mit einem sehr niedrig-negativen Sozialstatus/Dynamik-Index (21 Verkehrszellen) umfassen eine relativ geringe Fläche von insgesamt 31,7 km² (3,6 %).

Auf insgesamt 276,5 km² (31 % der Fläche von Berlin), die vollständig den 140 Verkehrszellen mit dem Sozialstatus/Dynamik-Index „mittel-stabil“ zuzuordnen sind, lebt rund die Hälfte der Berliner Bevölkerung (50,6 %).

In den sozial schwachen und deshalb stärker benachteiligten Gebieten (21 Verkehrszellen mit sehr niedrigem Sozialstatus und negativer Entwicklungstendenz) leben rund 10 % der Berliner Bevölkerung. Im Vergleich dazu leben in den sozial starken und am wenigsten benachteiligten Gebieten (39 Verkehrszellen mit hohem Sozialstatus und positiver Entwicklungstendenz) nur 7 % der Berliner Bevölkerung.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass mit 63 % fast zwei Drittel der Berliner Bevölkerung in 191 Verkehrszellen mit mittleren Sozialstatus leben, gefolgt von 27,5 % der

Bevölkerung, die in 64 Verkehrszellen mit niedrigem und sehr niedrigem Sozialstatus wohnt. Nur 9,5 % der Bevölkerung leben in den 64 Verkehrszellen mit hohem Sozialstatus.

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Zuordnung der Verkehrszellen zum Sozialstatus/Dynamik-Index, die Flächengröße und den Anteil an der Fläche von Berlin sowie die Einwohner 2007 und ihren prozentualen Anteil an der Gesamtbevölkerung.

Tabelle 2: Berliner Verkehrszellen nach Sozialstatus/Dynamik-Index, Fläche und Einwohnern

Sozialstatus/ Dynamik-Index	Anzahl Verkehrszellen	Fläche [km²]	Fläche [%]	Einwohner 2007	Einwohner 2007 [%]
hoch-positiv	39	155,59	17,46	232782	6,99
hoch-stabil	24	85,95	9,65	84304	2,53
hoch-negativ	1	1,46	0,16	404	0,01
mittel-positiv	25	70,61	7,93	206708	6,20
mittel-stabil	140	276,52	31,04	1686346	50,62
mittel-negativ	26	45,54	5,11	202288	6,07
niedrig-stabil	16	32,04	3,60	231961	6,96
niedrig-negativ	16	30,75	3,45	180603	5,42
sehr niedrig-stabil	11	17,16	1,93	150458	4,52
sehr niedrig-negativ	21	31,75	3,56	354064	10,63
unbewohnt	19	143,58	16,11	1634	0,05
Summe	338	890,96	100,00	3331552	100,0

Betrachtet man die Verkehrszellen hinsichtlich ihres Sozialstatus/Dynamik-Indexes nach ihrer Zugehörigkeit zu den 12 Berliner Bezirken so ergibt sich die in Tabelle 3 dargestellte Verteilung.

Tabelle 3: Berliner Verkehrszellen nach Bezirken, Fläche, Einwohnern und Sozialstatus/Dynamik-Index

				Sozialstatus/Dynamik-Index										
				hoch			mittel			niedrig		sehr niedrig		unbe.
Bezirk	VZ	F[km²]	Ew. 2007	H +	H ±	H -	M +	M ±	M -	N ±	N -	SN ±	SN -	unbe.
Mitte	34	39,45	321692	2	2	1	1	12	4	1	1		10	
Pankow	41	103,12	353308	2	1		4	28	2	1	1			2
Neukölln	21	44,94	302292				2	9		2		1	7	
Friedrichshain-Kreuzberg	16	20,16	259661	1	1			7	3	1		2	1	
Tempelhof-Schöneberg	24	53,09	325841	2			1	14	1	1	2	2	1	
Charlottenburg-Wilmersdorf	34	64,71	309380	2	3		4	18	2	2	1		1	1
Treptow-Köpenick	30	167,67	231012	7			3	7	4		1			8
Spandau	25	91,84	215236	4	1			7	6	3	3			1
Reinickendorf	27	89,31	241701	4	8		2	6	1	1	2			3
Steglitz-Zehlendorf	33	102,52	286705	8	7		2	15						1
Lichtenberg	25	52,33	248746	1	1		5	10	3	1	2	1		1
Marzahn-Hellersdorf	28	61,80	235978	6			1	7		3	3	3	3	2
Summe	338	890,94	3331552	39	24	1	25	140	26	16	16	9	23	19

Erläuterungen zu den in Tabelle 3 verwendeten Abkürzungen für die unterschiedlichen Kategorien des Sozialstatus/Dynamik-Indexes und andere Merkmale:

H+: hoch-positiv	M+: mittel-positiv	unbe.: unbewohnt	
H±: hoch-stabil	M±: mittel-stabil	N±: niedrig-stabil	SN±: sehr niedrig-stabil
H-: hoch-negativ	M-: mittel-negativ	N-: niedrig-negativ	SN-: sehr niedrig negativ
VZ: Verkehrszellen	F: Fläche	Ew.: Einwohner	

8.2 Verteilung der Feinstaub(PM10)-Belastung auf die Berliner Verkehrszellen mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index

Um mit den neu berechneten PM10-Hintergrundimmissionswerten sinnvoll arbeiten zu können, wurden diese zunächst in fünf Gruppen zusammengefasst. Die durch die Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz Berlin vorgegebene Einteilung blieb dabei erhalten. Den fünf Gruppen wurden folgende Wertebereiche der Jahresmittelwerte der PM10-Hintergrundimmissionen zugeordnet:

Gruppe 1:	20 - < 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gruppe 2:	22 - < 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gruppe 3:	24 - < 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gruppe 4:	26 - < 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gruppe 5:	28 - < 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Die Ergebnisse für die einzelnen Gruppen sind in den Tabellen 4 - 8 dargestellt.

8.2.1 Verteilung von Werten der Gruppe 1 [20 - < 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$] auf Verkehrszellen mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index

- **Hoher Sozialstatus**

Von den 64 Verkehrszellen mit hohem Sozialstatus wurde bei 17 Verkehrszellen eine PM10-Belastung im Bereich von 20 - < 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ festgestellt. Von diesen 17 Verkehrszellen besitzen neun eine positive und acht eine stabile Entwicklungstendenz.

- **Mittlerer Sozialstatus**

Drei von 191 Verkehrszellen mit mittlerem Sozialstatus weisen eine PM10-Belastung der Gruppe 1 auf und haben eine stabile Entwicklungstendenz.

- **Niedriger Sozialstatus**

Von den 32 Verkehrszellen mit niedrigem Sozialstatus wurde nur eine Verkehrszelle mit einer PM10-Belastung der Gruppe 1 ermittelt, die eine stabile Entwicklungstendenz besitzt.

- **Sehr niedriger Sozialstatus**

Keine der 32 Verkehrszellen mit sehr niedrigem Sozialstatus ist von PM10-Belastungen im Bereich von 20 - < 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ betroffen.

- **Unbewohnte Verkehrszellen**

Für sechs der 19 unbewohnten Verkehrszellen konnte eine PM10-Belastung der Gruppe 1 nachgewiesen werden.

- **Flächenverteilung und Einwohner**

Insgesamt sind 27 Verkehrszellen mit einer Fläche von 202 km² durch PM10-Werte zwischen 20 - < 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Gruppe 1) belastet. Dies entspricht einem Anteil von 23 % an der

Gesamtfläche der Stadt. Hier leben mit 128.000 Einwohnern nur ca. 4 % der Bevölkerung. Dabei haben die 17 Verkehrszellen mit einem hohen Sozialstatus, einer Fläche von ca. 100 km² bzw. 11 % den größten Anteil an der Fläche und mit ca. 85.000 Einwohnern bzw. fast drei Prozent der gesamten Bevölkerung den größten Anteil an der Bevölkerung in der Gruppe 1.

Tabelle 4 gibt einen detaillierten Überblick über die Verteilung der PM10-Belastung der Gruppe 1 auf die Verkehrszellen mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index, die von der Belastung betroffenen Flächen, ihren prozentualen Anteil an der gesamten Stadtfläche, die Einwohner und ihren prozentualen Anteil an der Berliner Bevölkerung.

Tabelle 4: Verteilung der PM10-Belastung der Gruppe 1 [20 - < 22 µg/m³] auf die Berliner Verkehrszellen

Sozialstatus/ Dynamik- Index	Verkehrs- zellen insgesamt	Verkehrs- zellen PM10_Gr1	Fläche [km²] PM10_Gr1	Fläche [%] PM10_Gr1	Einwohner 2007 PM10_Gr1	Einwohner 2007 [%]
hoch-positiv	39	9	52,87	5,93	43117	1,29
hoch-stabil	24	8	47,00	5,28	42359	1,27
hoch-negativ	1					
mittel-positiv	25					
mittel-stabil	140	3	18,83	2,11	25399	0,76
mittel-negativ	26					
niedrig-stabil	16	1	2,80	0,31	16911	0,51
niedrig-negativ	16					
sehr niedrig-stabil	11					
sehr niedrig-negativ	21					
unbewohnt	19	6	80,92	9,08	446	0,01
Summe	338	27	202,42	22,72	128232	3,85

8.2.2 Verteilung von Werten der Gruppe 2 [22 - < 24 µg/m³] auf Verkehrszellen mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index

• Hoher Sozialstatus

Von den 64 Verkehrszellen mit hohem Sozialstatus wurde bei 27 Verkehrszellen eine PM10-Belastung im Bereich von 22 - < 24 µg/m³ festgestellt. Von diesen 27 Verkehrszellen besitzen 17 eine positive und zehn eine stabile Entwicklungstendenz.

• Mittlerer Sozialstatus

Bei 46 von 191 Verkehrszellen mit mittlerem Sozialstatus wurde eine PM10-Belastung der Gruppe 2 ermittelt. Davon weisen neun Verkehrszellen eine positive, 30 eine stabile und sieben eine negative Entwicklungstendenz auf.

- **Niedriger Sozialstatus**

Unter den 32 Verkehrszellen mit niedrigem Sozialstatus befinden sich fünf Verkehrszellen mit einer PM10-Belastung der Gruppe 2. Vier von ihnen haben eine positive Entwicklungstendenz, eine Verkehrszelle weist eine stabile Entwicklungstendenz auf.

- **Sehr niedriger Sozialstatus**

Keine der 32 Verkehrszellen mit sehr niedrigem Sozialstatus ist von PM10-Belastungen im Bereich von $22 - < 24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ betroffen.

- **Unbewohnte Verkehrszellen**

Für sieben der 19 unbewohnten Verkehrszellen konnte eine Belastung mit PM10-Werten der Gruppe 2 nachgewiesen werden.

- **Flächenverteilung und Einwohner**

Insgesamt liegen 85 Verkehrszellen mit einer Fläche von 306 km^2 bzw. 34 % in Gebieten mit PM10-Werten zwischen $22 - < 24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Gruppe 2), in denen mit ca. 780.000 Einwohnern fast ein Viertel der Berliner Bevölkerung lebt.

Den mit Abstand größten Anteil haben die 30 Verkehrszellen mit einem mittel-stabilen Sozialstatus/Dynamik-Index, die sich über eine Fläche von 104 km^2 erstrecken und somit 12 % der Fläche von Berlin einnehmen. In diesen Verkehrszellen leben 380.000 Einwohner. Das entspricht 11,5 % der Berliner Bevölkerung.

Es folgen die 17 Verkehrszellen mit einem hoch-positiven Sozialstatus/Dynamik-Index und einem Flächenanteil von 60 km^2 bzw. 7 % und 127.000 Einwohnern, die einem Bevölkerungsanteil von fast vier Prozent entsprechen.

Mit ca. 100.000 Einwohnern leben nur drei Prozent der Berliner Bevölkerung in Verkehrszellen mit niedrigen PM10-Belastungen der Gruppe 2 und mit einem niedrigen Sozialstatus.

Tabelle 5 gibt einen Überblick über die Verteilung der PM10-Belastung der Gruppe 2 auf die Verkehrszellen mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index, die Flächengröße und ihren prozentualen Anteil an der Stadtfläche, die Einwohner und ihren prozentualen Anteil an der Berliner Bevölkerung.

Tabelle 5: Verteilung der PM10-Belastung der Gruppe 2 [22 - < 24 µg/m³] auf die Berliner Verkehrszellen

Sozialstatus/ Dynamik- Index	Verkehrs- zellen insgesamt	Verkehrs- zellen PM10_Gr2	Fläche [km²] PM10_Gr2	Fläche [%] PM10_Gr2	Einwohner 2007 PM10_Gr2	Einwohner 2007 [%]
hoch-positiv	39	17	59,98	6,73	127164	3,82
hoch-stabil	24	10	27,76	3,12	37932	1,14
hoch-negativ	1					
mittel-positiv	25	9	30,97	3,48	73944	2,22
mittel-stabil	140	30	104,11	11,68	381812	11,46
mittel-negativ	26	7	16,55	1,86	55686	1,67
niedrig-stabil	16	4	12,77	1,43	89101	2,67
niedrig-negativ	16	1	4,76	0,53	12856	0,39
sehr niedrig-stabil	11					
sehr niedrig-negativ	21					
unbewohnt	19	7	49,23	5,53	519	0,02
Summe	338	85	306,14	34,36	779014	23,38

8.2.3 Verteilung von Werten der Gruppe 3 [24 - < 26 µg/m³] auf Verkehrszellen mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index

- **Hoher Sozialstatus**

Von den 64 Verkehrszellen mit hohem Sozialstatus wurden bei 13 Verkehrszellen PM10-Werte im Bereich von 24 - < 26 µg/m³ festgestellt. Davon besitzen 11 Verkehrszellen eine positive Entwicklungstendenz, jeweils eine Verkehrszelle weist eine stabile bzw. negative Entwicklungstendenz auf.

- **Mittlerer Sozialstatus**

66 von insgesamt 191 Verkehrszellen mit mittlerem Sozialstatus sind von PM10-Belastungen der Gruppe 3 betroffen. 13 von ihnen besitzen eine positive, 44 eine stabile und neun eine negative Entwicklungstendenz.

- **Niedriger Sozialstatus**

Von den 32 Verkehrszellen mit niedrigem Sozialstatus liegen 14 Verkehrszellen in Gebieten mit PM10-Werten der Gruppe 3. Fünf von ihnen haben eine stabile und neun eine negative Entwicklungstendenz.

- **Sehr niedriger Sozialstatus**

Neun der 32 Verkehrszellen mit sehr niedrigem Sozialstatus befinden sich in Gebieten mit PM10-Werten der Gruppe 3. Vier von ihnen haben eine stabile und fünf eine negative Entwicklungstendenz.

- **Unbewohnte Verkehrszellen**

In sechs der 19 unbewohnten Verkehrszellen konnten PM10-Werte der Gruppe 3 nachgewiesen werden.

- **Flächenverteilung und Einwohner**

Insgesamt sind 108 Verkehrszellen mit einer Fläche von 229 km² durch PM10-Werte zwischen 24 - < 26 µg/m³ (Gruppe 3) belastet. Dies entspricht einem Anteil von ca. 26 % an der Gesamtfläche der Stadt. In diesen Verkehrszellen leben mit ca. 950.000 Einwohnern fast 29 % der Berliner Bevölkerung.

Den mit Abstand größten Anteil in dieser Gruppe haben die 44 Verkehrszellen mit einem mittel-stabilen Sozialstatus/Dynamik-Index, die mit einer Fläche von 79 km² 9 % der Fläche Berlins einnehmen. In diesen Verkehrszellen leben mit etwa 450.000 Einwohnern etwas mehr als 13 % der Berliner Bevölkerung. Es folgen die 14 Verkehrszellen mit niedrigem Sozialstatus mit einer Fläche von 14 km² bzw. 2 %, in denen mit 168.000 Einwohnern immerhin fünf Prozent der Berliner Bevölkerung leben. Darüber hinaus sind auch 13 Verkehrszellen mit einem hohen Sozialstatus und mit ca. 2 % der Berliner Bevölkerung durch PM10-Werte der Gruppe 3 belastet.

Tabelle 6: Verteilung der PM10-Belastung der Gruppe 3 [24 - < 26 µg/m³] auf die Berliner Verkehrszellen

Sozialstatus/ Dynamik- Index	Verkehrs- zellen insgesamt	Verkehrs- zellen PM10_Gr3	Fläche [km²] PM10_Gr3	Fläche [%] PM10_Gr3	Einwohner 2007 PM10_Gr3	Einwohner 2007 [%]
hoch-positiv	39	11	38,99	4,38	61882	1,86
hoch-stabil	24	1	6,37	0,72	1525	0,05
hoch-negativ	1	1	1,46	0,16	404	0,01
mittel-positiv	25	13	36,33	4,08	110484	3,32
mittel-stabil	140	44	78,94	8,86	448058	13,45
mittel-negativ	26	9	21,07	2,36	84744	2,54
niedrig-stabil	16	5	6,23	0,70	53419	1,60
niedrig-negativ	16	9	13,63	1,53	115204	3,46
sehr niedrig-stabil	11	4	4,66	0,52	31380	0,94
sehr niedrig-negativ	21	5	8,02	0,90	46482	1,40
unbewohnt	19	6	13,42	1,51	669	0,02
Summe	338	108	229,12	25,72	954251	28,64

Tabelle 6 gibt einen detaillierten Überblick über die Verteilung der PM10-Werte der Gruppe 3 auf die Verkehrszellen mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index, die Flächengröße und ihren prozentualen Anteil an der Stadtfläche, die Einwohner und ihren prozentualen Anteil an der Berliner Bevölkerung.

8.2.4 Verteilung von Werten der Gruppe 4 [26 - < 28 µg/m³] auf Verkehrszellen mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index

- **Hoher Sozialstatus**

Bei sieben der 64 Verkehrszellen mit hohem Sozialstatus wurden PM10-Werte zwischen 26 - < 28 µg/m³ festgestellt. Von diesen sieben Verkehrszellen besitzen zwei eine positive und fünf eine stabile Entwicklungstendenz.

- **Mittlerer Sozialstatus**

55 von 191 Verkehrszellen mit mittlerem Sozialstatus weisen PM10-Werte der Gruppe 4 auf. Davon haben drei Verkehrszellen eine positive, 44 eine stabile und acht eine negative Entwicklungstendenz.

- **Niedriger Sozialstatus**

Unter den 32 Verkehrszellen mit niedrigem Sozialstatus befinden sich 11 Verkehrszellen mit PM10-Werten der Gruppe 4. Fünf von ihnen weisen eine stabile und sechs eine negative Entwicklungstendenz auf.

- **Sehr niedriger Sozialstatus**

Die Hälfte der 32 Verkehrszellen mit sehr niedrigem Sozialstatus sind von PM10-Belastungen im Bereich von 26 - < 28 µg/m³ betroffen. Vier von ihnen besitzen eine stabile und zwölf eine negative Entwicklungstendenz.

- **Unbewohnte Verkehrszellen**

Für keine der 19 unbewohnten Verkehrszellen konnte eine Belastung mit PM10-Werten der Gruppe 4 nachgewiesen werden.

- **Flächenverteilung und Einwohner**

Insgesamt sind 89 Verkehrszellen mit einer Fläche von 120 km² bzw. 14 % der Fläche Berlins durch PM10-Werte zwischen 26 - < 28 µg/m³ (Gruppe 4) belastet. In diesen

Verkehrszellen leben ca. eine Million Einwohner, was einem Anteil von 30 % an der gesamten Bevölkerung Berlins entspricht

Die 44 Verkehrszellen mit einem mittel-stabilen Sozialstatus/Dynamik-Index haben mit 53 km² bzw. 6 % nicht nur den größten Flächenanteil innerhalb der Gruppe 4, sondern mit mehr als einer halben Million Einwohner bzw. 17 % auch den größten Anteil an der von PM10-Belastungen der Gruppe 4 betroffenen Bevölkerung. Den zweiten Rang nehmen die 16 Verkehrszellen mit einem sehr niedrigen Sozialstatus ein, in denen auf einer Fläche von ca. 27 km² (bzw. 3 %) ca. 267.000 Einwohner bzw. acht Prozent der Gesamtbevölkerung leben. Es folgen die 11 Verkehrszellen mit niedrigem Sozialstatus. Sie haben mit 21 km² einen Anteil von etwas mehr als zwei Prozent an der Fläche und mit 98.000 Einwohnern einen Anteil von ca. drei Prozent an der Bevölkerung von Berlin.

Nur sieben Verkehrszellen mit einem hohen Sozialstatus, mit einer geringen Fläche und einer geringen Einwohnerzahl sind durch PM10-Werte der Gruppe 4 belastet.

Tabelle 7 gibt einen detaillierten Überblick über die Verteilung der PM10-Hintergrundimmissionen der Gruppe 4 auf die Verkehrszellen mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index, die Flächengröße und ihren prozentualer Anteil an der Stadtfläche, die Einwohner und ihren prozentualen Anteil an der Berliner Bevölkerung.

Tabelle 7: Verteilung der PM10-Belastung der Gruppe 4 [26 - < 28 µg/m³] auf die Berliner Verkehrszellen

Sozialstatus/ Dynamik- Index	Ver- kehrs- zellen insge- samt	Verkehrs- zellen PM10_Gr4	Fläche [km²] PM10_Gr4	Fläche [%] PM10_Gr4	Einwohner 2007 PM10_Gr4	Einwohner 2007 [%]
hoch-positiv	39	2	3,76	0,42	619	0,02
hoch-stabil	24	5	4,81	0,54	2488	0,07
hoch-negativ	1					
mittel-positiv	25	3	3,31	0,37	22280	0,67
mittel-stabil	140	44	53,21	5,97	562319	16,88
mittel-negativ	26	8	6,88	0,77	54863	1,65
niedrig-stabil	16	5	8,86	0,99	45646	1,37
niedrig-negativ	16	6	12,35	1,39	52543	1,58
sehr niedrig-stabil	11	4	8,92	1,00	61570	1,85
sehr niedrig-negativ	21	12	18,29	2,05	205896	6,18
unbewohnt	19					
Summe	338	89	120,40	13,51	1008224	30,26

8.2.5 Verteilung von Werten der Gruppe 5 [$28 - < 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$] auf Verkehrszellen mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index

- **Hoher Sozialstatus**

In den 64 Verkehrszellen mit hohem Sozialstatus wurde keine PM10-Belastung im Bereich von $28 - < 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ festgestellt.

- **Mittlerer Sozialstatus**

21 von 191 Verkehrszellen mit mittlerem Sozialstatus liegen in Gebieten mit PM10-Werten der Gruppe 5. Davon haben 19 Verkehrszellen eine stabile und zwei eine negative Entwicklungstendenz.

- **Niedriger Sozialstatus**

Von den 32 Verkehrszellen mit niedrigem Sozialstatus wurde nur eine Verkehrszelle mit PM10-Werten der Gruppe 5 ermittelt, die eine stabile Entwicklungstendenz besitzt.

- **Sehr niedriger Sozialstatus**

Sieben von 32 Verkehrszellen mit sehr niedrigem Sozialstatus sind durch PM10-Werte zwischen von $28 - < 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ belastet. Davon weisen drei eine stabile und vier eine negative Entwicklungstendenz auf.

- **Unbewohnte Verkehrszellen**

In keiner der 19 unbewohnten Verkehrszellen konnte eine Belastung mit PM10-Werten der Gruppe 5 nachgewiesen werden.

- **Flächenverteilung und Einwohner**

29 Verkehrszellen mit einer Fläche von 33 km^2 bzw. ca. vier Prozent der Fläche Berlins und ca. 460.000 Einwohnern bzw. 14 % der Berliner Bevölkerung sind durch PM10-Werte zwischen $28 - < 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ belastet. Die 19 Verkehrszellen mit einem mittel-stabilen Sozialstatus/Dynamik-Index verfügen mit 21 km^2 bzw. 2,5 % nicht nur über den mit Abstand größten Flächenanteil, sondern auch über den größten Bevölkerungsanteil mit ca. 270.000 Einwohnern bzw. 8 % innerhalb der Gruppe 5. An zweiter Stelle liegen die sieben Verkehrszellen mit einem sehr niedrigen Sozialstatus mit einer Fläche von 9 km^2 (1 %), in denen aber mit ca. 160.000 Einwohnern fast fünf Prozent der Berliner Bevölkerung ansässig sind.

Gar nicht betroffen von PM10-Werten der höchsten Belastungsgruppe sind Verkehrszellen mit einem hohen Sozialstatus.

Tabelle 8 gibt einen detaillierten Überblick über die Verteilung der PM10-Werte der Gruppe 5 auf die Verkehrszellen mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index, die Flächengröße und ihren prozentualen Anteil an der Stadtfläche, die Einwohner und ihren prozentualen Anteil an der Berliner Bevölkerung.

Tabelle 8: Verteilung der PM10-Belastung der Gruppe 5 [28 - < 30 µg/m³] auf die Berliner Verkehrszellen

Sozialstatus/ Dynamik- Index	Verkehrs- zellen insgesamt	Verkehrs- zellen PM10_Gr5	Fläche [km²] PM10_Gr5	Fläche [%] PM10_Gr5	Einwohner 2007 PM10_Gr5	Einwohner 2007 [%]
hoch-positiv	39					
hoch-stabil	24					
hoch-negativ	1					
mittel-positiv	25					
mittel-stabil	140	19	21,44	2,41	268758	8,07
mittel-negativ	26	2	1,04	0,12	6995	0,21
niedrig-stabil	16	1	1,37	0,15	26884	0,81
niedrig-negativ	16					
sehr niedrig-stabil	11	3	3,59	0,40	57508	1,73
sehr niedrig-negativ	21	4	5,44	0,61	101686	3,05
unbewohnt	19					
Summe	338	29	32,87	3,69	461831	13,86

In Karte 5 "Einwohnerdichte 2007 und Feinstaub(PM10)-Belastung 2005 je Verkehrszelle in Berlin" (siehe Seite 71) werden die PM10-Werte kombiniert mit der Einwohnerdichte dargestellt. Aus der räumlichen Verteilung beider Merkmale wird ersichtlich, dass vor allem die am dichtesten bevölkerten Verkehrszellen innerhalb der Umweltzone liegen und hohe PM10-Belastungen aufweisen. Verkehrszellen mit geringeren Bevölkerungsdichten und geringeren PM10-Belastungen befinden sich größtenteils außerhalb der Umweltzone.

8.2.6 Schwerpunkte der Feinstaub(PM10) - Belastung

Die Karte 6 "Sozialstatus/Dynamik-Index und Feinstaub(PM10)-Belastung je Verkehrszelle in Berlin 2005" (siehe Seite 72) zeigt die räumliche Verteilung der Jahresmittelwerte der PM10-Belastung in µg/m³ für das Jahr 2005 in den Verkehrszellen kombiniert mit dem Sozialstatus/Dynamik-Index.

Schaut man sich die Verteilung der höchsten PM10-Belastungsgruppe (Gruppe 5 mit 28 - 30 µg/m³) an, befinden sich 27 von der Gruppe 5 betroffenen Verkehrszellen innerhalb der Umweltzone bzw. werden von dieser geschnitten. Die restlichen zwei Verkehrszellen, eine im Bezirk Charlottenburg-Wilmersdorf und eine im Bezirk Pankow, grenzen unmittelbar an die Umweltzone an. Am häufigsten treten diese hohen PM10-Werte in Verkehrszellen im

südlichen Teil der Umweltzone auf: 20 von insgesamt 27 betroffenen Verkehrszellen befinden sich dort und sind den Bezirken Charlottenburg-Wilmersdorf, Tempelhof-Schöneberg, Neukölln und Friedrichshain-Kreuzberg zuzordnen.

Definiert man den "Belastungsschwerpunkt" nicht ausschließlich über die höchsten PM10-Werte (Gruppe 5), sondern bezieht noch den sehr niedrig-negativen bzw. sehr niedrig-stabilen Sozialstatus/Dynamik-Index ein, so ergibt sich folgendes Bild:

Verkehrszellen mit einer doppelten Benachteiligung, die sich aus der Kombination von einer hohen Belastung mit PM10-Werten zwischen 28 - 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Gruppe 5) und einem sehr niedrig-negativen bzw. einem sehr niedrig-stabilen Sozialstatus/Dynamik-Index ergibt, befinden sich ausschließlich innerhalb der Umweltzone. Dabei handelt es sich insgesamt um sieben Verkehrszellen. Die vier Verkehrszellen mit PM10-Werten der Gruppe 5 und einem sehr niedrig-negativem Sozialstatus/Dynamik-Index liegen im südlichen Teil der Umweltzone, in den Bezirken Neukölln (drei Verkehrszellen) und Friedrichshain-Kreuzberg (eine Verkehrszelle). Von den drei Verkehrszellen mit PM10-Werten der Gruppe 5 und einem sehr niedrig-stabilem Sozialstatus/Dynamik-Index befindet sich eine im Bezirk Tempelhof-Schöneberg, die anderen zwei gehören zum Bezirk Friedrichshain-Kreuzberg. Diese beiden Verkehrszellen schließen sich östlich an die Verkehrszelle mit den gleichen PM10-Werten aber mit dem sehr niedrig-negativen Sozialstatus/Dynamik-Index an.

8.3 Verteilung der Feinstaub(PM10)-Belastung auf die Verkehrszellen mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index in der Umweltzone

In diesem Kapitel wird analog zu Kapitel 8.2 die Verteilung der PM10-Werte auf Verkehrszellen mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index in der Umweltzone analysiert. Es werden alle diejenigen Verkehrszellen untersucht, die vollständig oder nur anteilig innerhalb der Umweltzone liegen.

Eine gesonderte Betrachtung dieser Verkehrszellen ist auch deswegen notwendig, weil in dem Gebiet innerhalb der Umweltzone (großer Hundekopf oder auch S-Bahn-Ring) die "[...] Einwohnerdichte und damit die Anzahl der von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Bürger größer ist [als im übrigen Stadtgebiet, Anm. d. Verf.]" (SENSTADT 2005a, S. 27). Die Abbildung 10 zeigt, dass für ein angenommenes Trendszenario 2005 die Mehrzahl der Anwohner von Straßenabschnitten mit Überschreitung des 24h-Grenzwertes für PM10 innerhalb der Umweltzone wohnt (vgl. SENSTADT 2005b, S. 87).

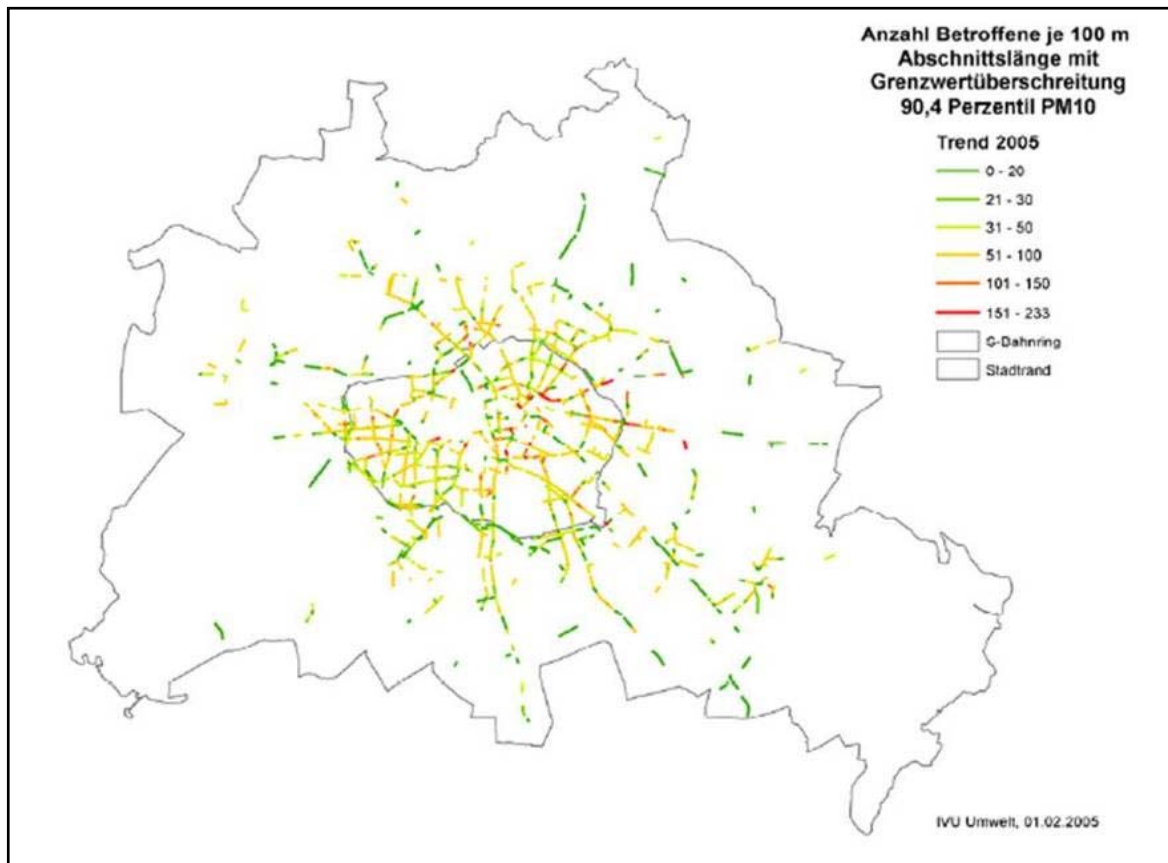


Abbildung 10: Anzahl der Anwohner pro 100 m Straßenlänge mit Überschreitungen des 24h-Grenzwertes für Feinstaub (PM10) im Trendszenario 2005, IVU Umwelt 2005. In: SENSTADT 2005b, S. 87

Die Analyse erfolgte für alle Verkehrszellen, die sich entweder vollständig oder anteilig in der Umweltzone befinden. Wird im folgenden Text die Formulierung Verkehrszellen innerhalb der Umweltzone verwendet, so ist damit auch die Möglichkeit eingeschlossen, dass diese nur teilweise in der Umweltzone liegen.

Vollständig in der Umweltzone liegende Verkehrszellen gehen mit ihren Werten für die Fläche und die Einwohner vollständig in die Analyse ein. Bei den nicht vollständig in der Umweltzone liegenden Verkehrszellen gingen die anteiligen, mittels GIS ermittelten Werte für die Fläche ein. Da die Bevölkerungsdaten nur für jede Verkehrszelle und nicht noch kleinräumiger vorlagen, wurde entsprechend dem prozentualen Flächenanteil der Verkehrszelle an der Umweltzone die Anzahl der Einwohner berechnet. Dieses Vorgehen stellt einen Kompromiss dar. Ansonsten wäre nur die Möglichkeit geblieben, die Einwohnerzahlen für die gesamte Verkehrszelle in die Analyse einzubeziehen oder vollständig wegzulassen, was größere Ungenauigkeiten als die angewandte Methode zur Folge hätte.

Die GIS-gestützte Analyse der Daten innerhalb der Umweltzone hat zu folgendem Ergebnis geführt:

Sieben der insgesamt 12 Berliner Bezirke liegen mit unterschiedlich großen Flächenanteilen in der Umweltzone. Dabei handelt es sich um die Bezirke Mitte, Pankow, Friedrichshain-Kreuzberg, Treptow-Köpenick, Neukölln, Tempelhof-Schöneberg und Charlottenburg-Wilmersdorf. Die eher peripher gelegenen Bezirke Spandau, Reinickendorf, Marzahn-Hellersdorf und Steglitz-Zehlendorf sowie der Bezirk Lichtenberg gehören nicht zur Umweltzone.

Die Umweltzone erstreckt sich über eine Fläche von 87 km², was ca. 10% der Fläche von Berlin entspricht. 88 Verkehrszellen liegen vollständig oder anteilig in der Umweltzone, in der mit ca. 980.000 Einwohnern (2007) fast 30 % der Berliner Bevölkerung leben. 58 Verkehrszellen (57,1 km², 664.204 Einwohner) liegen vollständig und 30 Verkehrszellen (29,9 km², 314.536 Einwohner) anteilig in der Umweltzone.

Die Ergebnisse der Analyse der Verkehrszellen innerhalb der Umweltzone nach dem Sozialstatus/Dynamik-Index, der Flächengröße und ihrem prozentualen Anteil an der Fläche der Umweltzone, den Einwohnern und ihrem prozentualen Anteil an der Bevölkerung in der Umweltzone sind in Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9: Verkehrszellen in der Umweltzone nach Sozialstatus/Dynamik-Index, Fläche und Einwohnern

Sozialstatus/ Dynamik-Index	Anzahl Verkehrszellen	Fläche [km²]	Fläche [%]	Einwohner 2007	Einwohner 2007 [%]
hoch-positiv	2	3,76	4,32	619	0,06
hoch-stabil	3	1,49	1,72	1646	0,17
hoch-negativ					
mittel-positiv	1	0,42	0,49	2230	0,23
mittel-stabil	48	44,93	51,63	570758	58,32
mittel-negativ	10	7,89	9,07	61621	6,30
niedrig-stabil	4	4,10	4,71	57642	5,89
niedrig-negativ	4	5,92	6,80	10715	1,09
sehr niedrig-stabil	5	5,24	6,03	77770	7,95
sehr niedrig-negativ	11	13,25	15,23	195739	20,00
unbewohnt					
Summe	88	87,00	100,00	978740	100,00

In der Umweltzone befinden sich Verkehrszellen fast aller Sozialstatus/Dynamik-Indizes. Es gibt keine unbewohnten Verkehrszellen und keine Verkehrszellen mit einem hoch-negativen Sozialstatus/Dynamik-Index. Mit 59 Verkehrszellen gehört die Mehrzahl der in der Umweltzone liegenden Verkehrszellen zum mittleren Sozialstatus und sie erstrecken sich über eine Fläche von 53 km². Das entspricht einem Flächenanteil von 61 % an der Umweltzone, in dem mit 634.609 Einwohnern ca. 65 % der in der Umweltzone ansässigen Einwohner leben. Darunter machen die 48 Verkehrszellen des mittel-stabilen Sozialstatus/Dynamik-Indexes mit mehr als der Hälfte der Fläche und 58 % der Einwohner

den größten Anteil an der Umweltzone überhaupt aus. Es folgen die 16 Verkehrszellen mit einem sehr niedrigen Sozialstatus, einer Fläche von 18,5 km² (21,3 %) und 273.509 Einwohnern (28 %). Nur fünf Verkehrszellen mit einem hohen Sozialstatus liegen innerhalb der Umweltzone. Sie weisen jedoch nur einen geringen Flächenanteil (ca. 6 %) und einen sehr geringen Bevölkerungsanteil (0,2 %) an der Umweltzone auf.

Innerhalb der Umweltzone treten in allen Verkehrszellen entweder PM10-Werte der Gruppe 4 [26 - < 28 µg/m³] oder der Gruppe 5 [28 - < 30 µg/m³] auf. Es gibt keine Verkehrszellen mit PM10-Werten der Gruppen 1 bis 3.

8.3.1 Verteilung von Werten der Gruppe 4 [26 - < 28 µg/m³] auf Verkehrszellen mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index in der Umweltzone

- **Hoher Sozialstatus**

Von PM10-Belastungen zwischen 26 - < 28 µg/m³ sind fünf Verkehrszellen mit hohem Sozialstatus betroffen. Davon weisen zwei Verkehrszellen eine positive und drei eine stabile Entwicklungstendenz auf.

- **Mittlerer Sozialstatus**

Insgesamt 38 Verkehrszellen mit mittlerem Sozialstatus liegen in Gebieten mit PM10-Werten der Gruppe 4. Davon haben 29 Verkehrszellen eine stabile, acht Verkehrszellen eine negative und eine Verkehrszelle eine positive Entwicklungstendenz.

- **Niedriger Sozialstatus**

In sieben Verkehrszellen mit niedrigem Sozialstatus treten PM10-Werte der Gruppe 4 auf. Drei Verkehrszellen weisen eine stabile und vier eine negative Entwicklungstendenz auf.

- **Sehr niedriger Sozialstatus**

Neun Verkehrszellen mit sehr niedrigem Sozialstatus liegen im Bereich von PM10-Werten zwischen 26 - < 28 µg/m³. Zwei Verkehrszellen haben eine stabile und sieben eine negative Entwicklungstendenz.

- **Flächenverteilung und Einwohner**

59 von insgesamt 88 Verkehrszellen der Umweltzone liegen im Bereich von PM10-Werten zwischen 26 - < 28 µg/m³ (Gruppe 4). Diese Verkehrszellen haben mit einer Fläche von 58 km² einen Anteil von 66 % an der gesamten Fläche der Umweltzone. In diesen

Verkehrszellen leben 567.351 Einwohner, was ca. 58 % der Einwohner in der Umweltzone entspricht.

Die 29 Verkehrszellen mit einem mittel-stabilen Sozialstatus/Dynamik-Index decken mit 27 km² bzw. 31 % den größten Flächenanteil innerhalb der Verkehrszellen der Gruppe 4 in der Umweltzone ab. In ihnen lebt mit 344.363 Einwohnern ca. ein Drittel der Bevölkerung der Umweltzone.

Es folgen die sieben Verkehrszellen mit dem sehr niedrig-negativen Sozialstatus/Dynamik-Index mit einer Fläche von 8 km² (10 %), in denen mit 102.000 Einwohnern (10 %) der zweitgrößte Anteil der Bevölkerung innerhalb der Gruppe 4 in der Umweltzone anzutreffen ist.

Tabelle 10 gibt einen detaillierten Überblick über die Verteilung der PM10-Werte der Gruppe 4 auf die Verkehrszellen mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index in der Umweltzone, die Flächengröße und ihren prozentualen Anteil an der Fläche der Umweltzone, die Einwohner und ihren prozentualen Anteil an der Bevölkerung in der Umweltzone.

Tabelle 10: Verteilung der PM10-Belastung der Gruppe 4 [26 - < 28 µg/m³] auf die Verkehrszellen in der Umweltzone

Sozialstatus/ Dynamik- Index	Verkehrs- zellen insgesamt	Verkehrs- zellen PM10_Gr4	Fläche [km²] PM10_Gr4	Fläche [%] PM10_Gr4	Einwohner 2007 PM10_Gr4	Einwohner 2007 [%]
hoch-positiv	2	2	3,76	4,32	619	0,06
hoch-stabil	3	3	1,49	1,72	1646	0,17
hoch-negativ						
mittel-positiv	1	1	0,42	0,49	2230	0,23
mittel-stabil	48	29	26,70	30,68	344363	35,18
mittel-negativ	10	8	6,86	7,88	54626	5,58
niedrig-stabil	4	3	2,73	3,14	30759	3,14
niedrig-negativ	4	4	5,92	6,80	10715	1,09
sehr niedrig-stabil	5	2	1,66	1,90	20262	2,07
sehr niedrig-negativ	11	7	8,24	9,47	102133	10,44
unbewohnt						
Summe	88	59	57,78	66,40	567351	57,97

8.3.2 Verteilung von Werten der Gruppe 5 [28 - < 30 µg/m³] auf Verkehrszellen mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index in der Umweltzone

- **Hoher Sozialstatus**

In Verkehrszellen mit hohem Sozialstatus innerhalb der Umweltzone treten keine PM10-Werte der Gruppe 5 auf.

- **Mittlerer Sozialstatus**

21 Verkehrszellen mit mittlerem Sozialstatus sind durch PM10-Werte der Gruppe 5 belastet. Davon weisen 19 Verkehrszellen eine stabile und zwei eine negative Entwicklungstendenz auf.

- **Niedriger Sozialstatus**

Nur eine Verkehrszelle mit einem niedrig-stabilen Sozialstatus/Dynamik-Index liegt im Bereich von PM10-Werten der Gruppe 5.

- **Sehr niedriger Sozialstatus**

Insgesamt sieben Verkehrszellen mit einem sehr niedrigen Sozialstatus weisen PM10-Werte der Gruppe 5 auf. Drei Verkehrszellen verfügen über eine stabile und vier Verkehrszellen über eine negative Entwicklungstendenz.

- **Flächenverteilung und Einwohner**

29 der insgesamt 88 Verkehrszellen der Umweltzone weisen PM10-Werte zwischen $28 - < 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Gruppe 5) auf. Sie erstrecken sich über eine Fläche von 29 km² und decken somit ca. ein Drittel der Fläche der Umweltzone ab. In diesen Verkehrszellen leben mit 411.400 Einwohnern 42 % der in der Umweltzone ansässigen Bevölkerung.

Dabei haben die 19 Verkehrszellen mit einem mittel-stabilen Sozialstatus/Dynamik-Index, mit einer Fläche von 18 km² (bzw. 21 %) und 226.395 Einwohnern (bzw. 23 %) den größten Anteil an den Verkehrszellen innerhalb der Gruppe 5 in der Umweltzone. Den zweitgrößten Anteil machen die sieben Verkehrszellen mit einem sehr niedrigen Sozialstatus aus, die einen Flächenanteil von 10 % sowie 16 % der Bevölkerung in der Umweltzone repräsentieren.

Tabelle 11 gibt einen detaillierten Überblick über die Verteilung der PM10-Werte der Gruppe 5 auf die Verkehrszellen mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Index in der Umweltzone, die Flächengröße und ihren prozentualen Anteil an der Fläche der Umweltzone, die Einwohner und ihren prozentualen Anteil an der Bevölkerung in der Umweltzone.

Tabelle 11: Verteilung der PM10-Belastung der Gruppe 5 [28 - < 30 µg/m³] auf die Verkehrszellen in der Umweltzone

Sozialstatus/ Dynamik- Index	Verkehrszellen insgesamt	Verkehrszellen PM10_Gr5	Fläche [km²] PM10_Gr5	Fläche [%] PM10_Gr5	Einwohner 2007 PM10_Gr5	Einwohner 2007 [%]
hoch-positiv	2					
hoch-stabil	3					
hoch-negativ						
mittel-positiv	1					
mittel-stabil	48	19	18,24	20,96	226395	23,13
mittel-negativ	10	2	1,04	1,19	6995	0,71
niedrig-stabil	4	1	1,37	1,58	26884	2,75
niedrig-negativ	4					
sehr niedrig-stabil	5	3	3,59	4,12	57508	5,88
sehr niedrig-negativ	11	4	5,01	5,76	93607	9,56
unbewohnt						
Summe	88	29	29,25	33,61	411389	42,03

8.3.3 Analyse der Verkehrszellen innerhalb der Umweltzone nach Bezirken

Nachfolgend werden die 88 in der Umweltzone liegenden Verkehrszellen hinsichtlich ihrer Zugehörigkeit zu den sieben Berliner Bezirken analysiert.

Mitte

Der Bezirk Mitte hat eine Fläche von 38 km² und 318.842 Einwohner (Stand 2007). 27 von insgesamt 34 Verkehrszellen dieses Bezirkes befinden sich in der Umweltzone. Sie erstrecken sich über eine Fläche von 26 km². Damit liegen 67 % der Fläche des Bezirkes Mitte in der Umweltzone, was einen Anteil von 29 % an der Fläche der Umweltzone ausmacht. 23 Verkehrszellen liegen vollständig und vier Verkehrszellen anteilig in der Umweltzone. In diesen 27 Verkehrszellen leben ca. 194.000 Einwohner. Das entspricht 61 % der gesamten Bevölkerung des Bezirkes Mitte und 19,8 % der Bevölkerung in der Umweltzone. Damit hat der Bezirk Mitte den größten Flächenanteil an der Umweltzone und den drittgrößten Anteil an der Bevölkerung in der Umweltzone.

Hinsichtlich des Sozialstatus/Dynamik-Indexes stellen die 12 Verkehrszellen der Kategorie "mittel-stabil", die eine Fläche von 10 km² (ca. 11,5 % der Fläche der Umweltzone) und 90.000 Einwohner (9 % der Einwohner der Umweltzone) haben, den größten Anteil an den Verkehrszellen des Bezirkes Mitte an der Umweltzone. Es folgen fünf Verkehrszellen der Kategorie "sehr niedrig-negativ" mit einer Fläche von 6 km² (7 % der Fläche der Umweltzone) und ca. 57.500 Einwohnern (6 % der Einwohner der Umweltzone).

In 23 Verkehrszellen treten PM10-Werte der Gruppe 4 auf, die sich über alle vorkommenden Sozialstatus/Dynamik-Indizes erstrecken. Vier Verkehrszellen weisen PM10-Werte der

Gruppe 5 auf. Davon haben drei einen mittel-stabilen und eine einen mittel-negativen Sozialstatus/Dynamik-Index.

Eine detaillierte Übersicht zu den Verkehrszellen des Bezirkes Mitte in der Umweltzone hinsichtlich der Verteilung der PM10-Belastung, des Sozialstatus/Dynamik-Indexes, der Flächen und der Einwohner liefert Tabelle 12.

Friedrichshain-Kreuzberg

Der Bezirk Friedrichshain-Kreuzberg hat eine Fläche von 20 km² und 259.661 Einwohner (Stand 2007). 15 von insgesamt 16 Verkehrszellen dieses Bezirkes befinden sich in der Umweltzone. Sie erstrecken sich über eine Fläche von 19 km². Damit liegen 94 % der Fläche des Bezirkes Friedrichshain-Kreuzberg in der Umweltzone, was einem Anteil von 22 % an der Fläche der Umweltzone entspricht. 11 Verkehrszellen liegen vollständig und vier Verkehrszellen anteilig in der Umweltzone. In diesen 15 Verkehrszellen leben ca. 252.000 Einwohner. Das entspricht 97 % der gesamten Bevölkerung des Bezirkes Friedrichshain-Kreuzberg und 26 % der Bevölkerung in der Umweltzone. Damit hat der Bezirk Friedrichshain-Kreuzberg den zweitgrößten Flächenanteil an der Umweltzone und den größten Anteil an der Bevölkerung in der Umweltzone.

Hinsichtlich des Sozialstatus/Dynamik-Indexes stellen die sieben Verkehrszellen der Kategorie "mittel-stabil", die eine Fläche von 9 km² (knapp 11 % der Fläche der Umweltzone) und 134.000 Einwohner (14 % der Einwohner der Umweltzone) haben, den größten Anteil an den Verkehrszellen des Bezirkes Friedrichshain-Kreuzberg an der Umweltzone. Es folgen zwei Verkehrszellen der Kategorie "sehr niedrig-stabil" mit einer Fläche von 3 km² (3 % der Fläche der Umweltzone) und ca. 41.000 Einwohnern (4 % der Einwohner der Umweltzone).

In neun der 15 Verkehrszellen treten PM10-Werte der Gruppe 4 auf. Davon haben fünf Verkehrszellen einen mittel-stabilen, drei einen mittel-negativen und eine Verkehrszelle einen hoch-stabilen Sozialstatus/Dynamik-Index. Sechs Verkehrszellen weisen PM10-Werte der Gruppe 5 auf, deren Sozialstatus/Dynamik-Index von mittel-stabil bis sehr niedrig-negativ reicht.

Eine detaillierte Übersicht zu den Verkehrszellen des Bezirkes Friedrichshain-Kreuzberg in der Umweltzone hinsichtlich der Verteilung der PM10-Belastung, des Sozialstatus/Dynamik-Indexes, der Flächen und der Einwohner liefert Tabelle 13.

Tabelle 12: Verkehrszellen des Bezirkes Mitte in der Umweltzone nach Sozialstatus/Dynamik-Index, PM10-Belastung, Fläche und Einwohnern

Sozialstatus/ Dynamik-Index	VZ in U-Zone	VZ PM10_Gr4	VZ PM10_Gr5	F[km²] PM10_Gr4	F[km²] PM10_Gr5	Ew. 2007 PM10_Gr4	Ew. 2007 PM10_Gr5	ΣF [km²]	ΣEw. 2007	F [%] an U- Zone	Ew. [%] an U-Zone
hoch-positiv	2	2		3,76		619		3,76	619	4,32	0,06
hoch-stabil	1	1		0,30		1045		0,30	1045	0,34	0,11
hoch-negativ											
mittel-positiv	1	1		0,42		2230		0,42	2230	0,49	0,23
mittel-stabil	12	9	3	7,95	1,98	70766	19327	9,92	90093	11,40	9,20
mittel-negativ	4	3	1	2,21	0,52	11616	4508	2,73	16124	3,14	1,65
niedrig-stabil	1	1		1,19		6669		1,19	6669	1,37	0,68
niedrig-negativ											
sehr niedrig- stabil	1	1		1,27		19737		1,27	19737	1,46	2,02
sehr niedrig- negativ	5	5		5,97		57471		5,97	57471	6,87	5,87
Summe	27	23	4	23,07	2,50	170152	23835	25,56	193987	29,37	19,82

Erläuterung der in den Tabellen 12-18 verwendeten Abkürzungen:

VZ: Verkehrszelle

U-Zone: Umweltzone

F: Fläche

Ew.: Einwohner

Tabelle 13: Verkehrszellen des Bezirkes Friedrichshain-Kreuzberg in der Umweltzone nach Sozialstatus/Dynamik-Index, PM10-Belastung, Fläche und Einwohnern

Sozialstatus/ Dynamik-Index	VZ in U-Zone	VZ PM10_Gr4	VZ PM10_Gr5	F[km²] PM10_Gr4	F[km²] PM10_Gr5	Ew. 2007 PM10_Gr4	Ew. 2007 PM10_Gr5	Σ F [km²]	Σ Ew. 2007	F [%] an U- Zone	Ew. [%] an U-Zone
hoch-positiv											
hoch-stabil	1	1		0,65		160		0,65	160	0,75	0,02
hoch-negativ											
mittel-positiv											
mittel-stabil	7	5	2	5,84	3,36	95929	38286	9,19	134215	10,56	13,71
mittel-negativ	3	3		3,31		30762		3,31	30762	3,81	3,14
niedrig-stabil	1		1		1,37		26884	1,37	26884	1,58	2,75
niedrig-negativ											
sehr niedrig- stabil	2		2		2,58		41125	2,58	41125	2,96	4,20
sehr niedrig- negativ	1		1		1,74		19138	1,74	19138	2,00	1,96
Summe	15	9	6	9,81	9,05	126851	125432	18,86	252284	21,67	25,78

Charlottenburg-Wilmersdorf

Der Bezirk Charlottenburg-Wilmersdorf hat eine Fläche von 65 km² und 309.380 Einwohner (Stand 2007). 19 von insgesamt 34 Verkehrszellen dieses Bezirkes befinden sich in der Umweltzone. Sie erstrecken sich über eine Fläche von 17 km². Damit liegen 26 % der Fläche des Bezirkes Charlottenburg-Wilmersdorf in der Umweltzone, was einem Anteil von 19 % an der Fläche der Umweltzone entspricht. Zehn Verkehrszellen liegen vollständig und neun Verkehrszellen anteilig in der Umweltzone. In diesen 19 Verkehrszellen leben ca. 198.000 Einwohner. Das entspricht 64 % der gesamten Bevölkerung des Bezirkes Charlottenburg-Wilmersdorf und 20,2 % der Bevölkerung in der Umweltzone. Damit hat der Bezirk den drittgrößten Flächenanteil an der Umweltzone und den zweitgrößten Anteil an der Bevölkerung in der Umweltzone.

Hinsichtlich des Sozialstatus/Dynamik-Indexes stellen die 15 Verkehrszellen der Kategorie "mittel-stabil", die eine Fläche von 14 km² (knapp 16 % der Fläche der Umweltzone) und 183.000 Einwohner (19 % der Einwohner der Umweltzone) haben, den größten Anteil an den Verkehrszellen des Bezirkes Charlottenburg-Wilmersdorf an der Umweltzone. Davon weisen 10 Verkehrszellen eine PM10-Belastung zwischen 26 - < 28 µg/m³ auf. Die anderen fünf Verkehrszellen liegen im Bereich zwischen 28 - < 30 µg/m³.

Eine detaillierte Übersicht zu den Verkehrszellen des Bezirkes Charlottenburg-Wilmersdorf in der Umweltzone hinsichtlich der Verteilung der PM10-Belastung, des Sozialstatus/Dynamik-Indexes, der Flächen und der Einwohner liefert Tabelle 14.

Tempelhof-Schöneberg

Der Bezirk Tempelhof-Schöneberg hat eine Fläche von 53 km² und 325.841 Einwohner (Stand 2007). Acht von insgesamt 24 Verkehrszellen dieses Bezirkes befinden sich in der Umweltzone. Sie erstrecken sich über eine Fläche von 11 km². Damit liegen 21 % der Fläche des Bezirkes Tempelhof-Schöneberg in der Umweltzone, was einem Anteil von 13 % an der Fläche der Umweltzone entspricht. Jeweils vier Verkehrszellen liegen vollständig bzw. anteilig in der Umweltzone. In diesen acht Verkehrszellen leben ca. 113.000 Einwohner. Das entspricht 35 % der gesamten Bevölkerung des Bezirkes Tempelhof-Schöneberg und 11,6 % der Bevölkerung in der Umweltzone. Damit hat der Bezirk den viertgrößten Flächenanteil an der Umweltzone und den fünftgrößten Anteil an der Bevölkerung in der Umweltzone.

Hinsichtlich des Sozialstatus/Dynamik-Indexes besitzen die vier Verkehrszellen der Kategorie "mittel-stabil", die eine Fläche von 5 km² (knapp 6 % der Fläche der Umweltzone) und 70.000 Einwohner (7 % der Einwohner der Umweltzone) haben, den größten Anteil an den Verkehrszellen des Bezirkes Tempelhof-Schöneberg an der Umweltzone. Von diesen vier Verkehrszellen weisen drei eine PM10-Belastung zwischen 28 - < 30 µg/m³ auf. Eine Verkehrszelle ist durch PM10-Werte zwischen 26 - < 28 µg/m³ belastet.

Eine detaillierte Übersicht zu den Verkehrszellen des Bezirkes Tempelhof-Schöneberg in der Umweltzone hinsichtlich der Verteilung der PM10-Belastung, des Sozialstatus/Dynamik-Indexes, der Flächen und der Einwohner liefert Tabelle 15.

Neukölln

Der Bezirk Neukölln hat eine Fläche von 45 km² und 302.292 Einwohner (Stand 2007). Sieben von insgesamt 21 Verkehrszellen dieses Bezirkes befinden sich in der Umweltzone. Sie erstrecken sich über eine Fläche von 7 km². Damit liegen 16 % der Fläche des Bezirkes Neukölln in der Umweltzone, was einem Anteil von 8,5 % an der Fläche der Umweltzone entspricht. Vier Verkehrszellen liegen vollständig und drei Verkehrszellen anteilig in der Umweltzone. In diesen sieben Verkehrszellen leben ca. 120.000 Einwohner. Das entspricht 40 % der gesamten Bevölkerung des Bezirkes Neukölln und 12,3 % der Bevölkerung in der Umweltzone. Damit hat der Bezirk den fünftgrößten Flächenanteil an der Umweltzone und den viertgrößten Anteil an der Bevölkerung in der Umweltzone.

Hinsichtlich des Sozialstatus/Dynamik-Indexes besitzen die fünf Verkehrszellen der Kategorie "sehr niedrig-negativ", die eine Fläche von 5,5 km² (6,3 % der Fläche der Umweltzone) und 119.000 Einwohner (12 % der Einwohner der Umweltzone) haben, den größten Anteil an den Verkehrszellen des Bezirkes Neukölln an der Umweltzone. Davon weisen zwei Verkehrszellen eine PM10-Belastung zwischen 26 - < 28 µg/m³ und drei eine Belastung zwischen 28 - < 30 µg/m³ auf.

Eine detaillierte Übersicht zu den Verkehrszellen des Bezirkes Neukölln in der Umweltzone hinsichtlich der Verteilung der PM10-Belastung, des Sozialstatus/Dynamik-Indexes, der Flächen und der Einwohner liefert Tabelle 16.

Pankow

Der Bezirk Pankow hat eine Fläche von 103 km² und 353.308 Einwohner (Stand 2007). 11 von insgesamt 41 Verkehrszellen dieses Bezirkes befinden sich in der Umweltzone. Sie erstrecken sich über eine Fläche von 6 km². Damit liegen 6 % der Fläche des Bezirkes Pankow in der Umweltzone, was einem Anteil von 7,2 % an der Fläche der Umweltzone entspricht. Sechs Verkehrszellen liegen vollständig und fünf Verkehrszellen anteilig in der Umweltzone. In diesen 11 Verkehrszellen leben ca. 93.000 Einwohner. Das entspricht 26 % der gesamten Bevölkerung des Bezirkes Pankow und 9,5 % der Bevölkerung in der Umweltzone. Damit hat der Bezirk den zweitkleinsten Flächenanteil an der Umweltzone und den zweitkleinsten Anteil an der Bevölkerung in der Umweltzone.

Hinsichtlich des Sozialstatus/Dynamik-Indexes besitzen die acht Verkehrszellen der Kategorie "mittel-stabil", die eine Fläche von 4,7 km² (5,3 % der Fläche der Umweltzone) und 84.000 Einwohner (8,6 % der Einwohner der Umweltzone) haben, den größten Anteil an den

Verkehrszellen des Bezirkes Pankow an der Umweltzone. Davon weisen drei Verkehrszellen eine PM10-Belastung zwischen $26 - < 28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und fünf eine Belastung zwischen $28 - < 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf.

Eine detaillierte Übersicht zu den Verkehrszellen des Bezirkes Pankow in der Umweltzone hinsichtlich der Verteilung der PM10-Belastung, des Sozialstatus/Dynamik-Indexes, der Flächen und der Einwohner liefert Tabelle 17.

Treptow-Köpenick

Der Bezirk Treptow-Köpenick hat eine Fläche von 108 km^2 und 231.012 Einwohner (Stand 2007). Eine von insgesamt 30 Verkehrszellen dieses Bezirkes befindet sich anteilig in der Umweltzone. Sie erstreckt sich über eine Fläche von $1,1 \text{ km}^2$. Damit liegen 0,7 % der Fläche des Bezirkes Treptow-Köpenick in der Umweltzone, was einem Anteil von 1,3 % an der Fläche der Umweltzone entspricht. In dieser Verkehrszelle leben 7870 Einwohner. Das entspricht 3,4 % der gesamten Bevölkerung des Bezirkes Treptow-Köpenick und 0,8 % der Bevölkerung in der Umweltzone. Damit hat der Bezirk sowohl den kleinsten Flächenanteil als auch den kleinsten Bevölkerungsanteil an der Umweltzone.

Diese Verkehrszelle ist durch einen mittel-stabilen Sozialstatus/Dynamik-Index gekennzeichnet und mit PM10-Werten zwischen $26 - < 28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ belastet.

Angaben zur Verkehrszelle des Bezirkes Treptow-Köpenick in der Umweltzone hinsichtlich der PM10-Belastung, des Sozialstatus/Dynamik-Indexes, der Fläche und der Einwohner liefert Tabelle 18.

Tabelle 14: Verkehrszellen des Bezirkes Charlottenburg-Wilmersdorf in der Umweltzone nach Sozialstatus/Dynamik-Index, PM10-Belastung, Fläche und Einwohnern

Sozialstatus/ Dynamik-Index	VZ in U-Zone	VZ PM10_Gr4	VZ PM10_Gr5	F[km²] PM10_Gr4	F[km²] PM10_Gr5	Ew. 2007 PM10_Gr4	Ew. 2007 PM10_Gr5	ΣF [km²]	ΣEw. 2007	F [%] an U- Zone	Ew. [%] an U-Zone
hoch-positiv											
hoch-stabil											
hoch-negativ											
mittel-positiv											
mittel-stabil	15	10	5	10,23	3,61	144066	39321	13,83	183387	15,90	18,74
mittel-negativ	2	1	1	0,79	0,52	7340	2487	1,31	9827	1,50	1,00
niedrig-stabil	1	1		0,47		1687		0,47	1687	0,54	0,17
niedrig-negativ	1	1		0,97		2866		0,97	2866	1,12	0,29
sehr niedrig- stabil											
sehr niedrig- negativ											
Summe	19	13	6	12,45	4,13	155959	41808	16,58	197767	19,05	20,21

Tabelle 15: Verkehrszellen des Bezirkes Tempelhof-Schöneberg in der Umweltzone nach Sozialstatus/Dynamik-Index, PM10-Belastung, Fläche und Einwohnern

Sozialstatus/ Dynamik-Index	VZ in U-Zone	VZ PM10_Gr4	VZ PM10_Gr5	F[km²] PM10_Gr4	F[km²] PM10_Gr5	Ew. 2007 PM10_Gr4	Ew. 2007 PM10_Gr5	Σ F [km²]	Σ Ew. 2007	F [%] an U- Zone	Ew. [%] an U-Zone
hoch-positiv											
hoch-stabil											
hoch-negativ											
mittel-positiv											
mittel-stabil	4	1	3	0,06	4,74	459	69965	4,80	70424	5,52	7,20
mittel-negativ											
niedrig-stabil	1	1		1,07		22403		1,07	22403	1,23	2,29
niedrig-negativ	2	2		4,40		3991		4,40	3991	5,06	0,41
sehr niedrig- stabil	1		1		1,01		16383	1,01	16383	1,16	1,67
sehr niedrig- negativ											
Summe	8	4	4	5,53	5,75	26853	86348	11,28	113201	12,97	11,57

Tabelle 16: Verkehrszellen des Bezirkes Neukölln in der Umweltzone nach Sozialstatus/Dynamik-Index, PM10-Belastung, Fläche und Einwohnern

Sozialstatus/ Dynamik-Index	VZ in U-Zone	VZ PM10_Gr4	VZ PM10_Gr5	F[km²] PM10_Gr4	F[km²] PM10_Gr5	Ew. 2007 PM10_Gr4	Ew. 2007 PM10_Gr5	ΣF [km²]	ΣEw. 2007	F [%] an U- Zone	Ew. [%] an U-Zone
hoch-positiv											
hoch-stabil											
hoch-negativ											
mittel-positiv											
mittel-stabil	1		1		1,43		814	1,43	814	1,64	0,08
mittel-negativ											
niedrig-stabil											
niedrig-negativ											
sehr niedrig- stabil	1	1		0,39		526		0,39	526	0,44	0,05
sehr niedrig- negativ	5	2	3	2,26	3,27	44662	74469	5,53	119131	6,36	12,17
Summe	7	3	4	2,65	4,70	45188	75283	7,35	120471	8,44	12,31

Tabelle 17: Verkehrszellen des Bezirkes Pankow in der Umweltzone nach Sozialstatus/Dynamik-Index, PM10-Belastung, Fläche und Einwohnern

Sozialstatus/ Dynamik-Index	VZ in U-Zone	VZ PM10_Gr4	VZ PM10_Gr5	F[km²] PM10_Gr4	F[km²] PM10_Gr5	Ew. 2007 PM10_Gr4	Ew. 2007 PM10_Gr5	ΣF [km²]	ΣEw. 2007	F [%] an U- Zone	Ew. [%] an U-Zone
hoch-positiv											
hoch-stabil	1	1		0,54		441		0,54	441	0,62	0,05
hoch-negativ											
mittel-positiv											
mittel-stabil	8	3	5	1,53	3,13	25272	58682	4,66	83954	5,35	8,58
mittel-negativ	1	1		0,55		4908		0,55	4908	0,63	0,50
niedrig-stabil											
niedrig-negativ	1	1		0,55		3859		0,55	3859	0,63	0,39
sehr niedrig- stabil											
sehr niedrig- negativ											
Summe	11	6	5	3,17	3,13	34480	58682	6,29	93162	7,23	9,52

Tabelle 18: Verkehrszellen des Bezirkes Treptow-Köpenick in der Umweltzone nach Sozialstatus/Dynamik-Index, PM10-Belastung, Fläche und Einwohnern

Sozialstatus/ Dynamik-Index	VZ in U-Zone	VZ PM10_Gr4	VZ PM10_Gr5	F[km²] PM10_Gr4	F[km²] PM10_Gr5	Ew. 2007 PM10_Gr4	Ew. 2007 PM10_Gr5	Σ F [km²]	Σ Ew. 2007	F [%] an U- Zone	Ew. [%] an U-Zone
hoch-positiv											
hoch-stabil											
hoch-negativ											
mittel-positiv											
mittel-stabil	1	1		1,10		7870		1,10	7870	1,26	0,80
mittel-negativ											
niedrig-stabil											
niedrig-negativ											
sehr niedrig- stabil											
sehr niedrig- negativ											
Summe	1	1		1,10		7870		1,10	7870	1,26	0,80

8.3.4 Schwerpunkte der PM10-Belastung innerhalb der Umweltzone

Betrachtet man nur die Verkehrszellen mit den höchsten PM10-Belastungen ($28 - < 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) innerhalb der Umweltzone, so kommt man zu folgendem Ergebnis:

In sechs der sieben Berliner Bezirke mit Flächen in der Umweltzone kommen Verkehrszellen mit den höchsten PM10-Belastungen vor. Nur in den in der Umweltzone liegenden Verkehrszellen des Bezirkes Treptow-Köpenick treten keine PM10-Werte der höchsten Belastungsgruppe auf.

Mit 125.432 Einwohnern bzw. 12,8 % hat der Bezirk Friedrichshain-Kreuzberg im Vergleich zu allen anderen Bezirken mit seinen sechs Verkehrszellen innerhalb der Umweltzone die meisten Einwohner und mit 9 km^2 (bzw. 10,4 %) die größte Fläche, die von den höchsten PM10-Belastungen betroffen sind. An zweiter Stelle folgt der Bezirk Tempelhof-Schöneberg mit vier Verkehrszellen. In diesen leben auf einer Fläche von $5,8 \text{ km}^2$ (6,6 % der Fläche der Umweltzone) 86.348 Einwohner, was einem Anteil von 8,2 % an der Bevölkerung der Umweltzone entspricht. Der Bezirk Neukölln steht an dritter Stelle. In drei Verkehrszellen mit einer Größe von $4,7 \text{ km}^2$ (bzw. 5,4 % der Fläche der Umweltzone) leben 75.283 Einwohner. Das entspricht 7,7% der Einwohner in der Umweltzone. Die vierte Stelle nimmt der Bezirk Pankow mit fünf Verkehrszellen der höchsten PM10-Belastungsgruppe ein. Hier leben auf $3,1 \text{ km}^2$ (bzw. 3,6 % der Fläche der Umweltzone) 58.682 Einwohner, die sechs Prozent der Bevölkerung der Umweltzone ausmachen. An fünfter Stelle steht der Bezirk Charlottenburg-Wilmersdorf mit sechs Verkehrszellen. Dort leben auf einer Fläche von $4,1 \text{ km}^2$ (bzw. 4,8 %) der Fläche der Umweltzone) mit 41.808 Einwohnern 4,3 % der Einwohner der Umweltzone. Den geringsten Flächen- und Bevölkerungsanteil an den höchsten PM10-Belastungen in der Umweltzone hat der Bezirk Mitte. Die vier Verkehrszellen decken eine Fläche von $2,5 \text{ km}^2$ bzw. 2,9 % der Fläche der Umweltzone ab. In ihnen leben mit 23.835 Einwohnern 2,4 % der Bevölkerung der Umweltzone.

Tabelle 19 gibt einen Überblick über die Verkehrszellen mit der höchsten PM10-Belastung in der Umweltzone und ihre Zuordnung zu den Bezirken.

Wird in der Betrachtung die doppelte Benachteiligung der Einwohner - höchste PM10-Belastung (Gruppe 5) **und** Sozialstatus-Index "sehr-niedrig" - berücksichtigt, so sind solche Verkehrszellen im Vergleich zu allen anderen Verkehrszellen nicht nur doppelt, sondern sozial und hinsichtlich der Feinstaubbelastung am stärksten benachteiligt. Unter diesem Aspekt gehören die drei Verkehrszellen des Bezirkes Neukölln mit insgesamt 74.469 Einwohnern (7,6 % der Einwohner der Umweltzone) und einer Fläche von $3,3 \text{ km}^2$ (bzw. 3,8 % der Fläche der Umweltzone) zu den am stärksten benachteiligten Verkehrszellen. Es folgen die drei Verkehrszellen des Bezirkes Friedrichshain-Kreuzberg mit einer Fläche von $4,3 \text{ km}^2$ bzw. 4,96 % an der Umweltzone, in denen mit 60.263 Einwohnern 6,2 % der

Einwohner der Umweltzone leben. Außerdem gibt es im Bezirk Tempelhof-Schöneberg eine Verkehrszelle, in der auf einer Fläche von 1 km² (bzw. 1,2 % der Fläche der Umweltzone) insgesamt 16.383 Einwohner (1,7 % der Einwohner der Umweltzone) von der doppelten Benachteiligung betroffen (siehe Tabelle 20).

Tabelle 19: Verkehrszellen mit der höchsten PM10-Belastung in der Umweltzone

Bezirk	VZ PM10_Gr5	F [km ²] PM10_Gr5	Ew. 2007 PM10_Gr5	F [%] an U-Zone	Ew. [%] an U-Zone
Friedrichshain-Kreuzberg	6	9,05	125432	10,40	12,81
Tempelhof-Schöneberg	4	5,75	86348	6,60	8,82
Neukölln	4	4,70	75283	5,40	7,69
Pankow	5	3,13	58682	3,60	6,00
Charlottenburg- Wilmerdorf	6	4,13	41808	4,75	4,27
Mitte	4	2,50	23835	2,87	2,44
Summe	29	29,26	411.388	33,62	42,03

Tabelle 20: Verkehrszellen mit der höchsten PM10-Belastung und einem sehr niedrigen Sozialstatus-Index in der Umweltzone

Bezirk	VZ PM10_Gr5	F [km ²] PM10_Gr5	Ew. 2007 PM10_Gr5	F [%] an U-Zone	Ew. [%] an U-Zone
Neukölln	3	3,27	74469	3,75	7,60
Friedrichshain-Kreuzberg	3	4,32	60263	4,96	6,16
Tempelhof-Schöneberg	1	1,01	16383	1,16	1,67
Summe	7	8,60	151115	9,87	15,43

Einen weiteren Belastungsschwerpunkt in der Umweltzone bilden die 59 Verkehrszellen mit der zweithöchsten PM10-Belastung, d.h. mit Werten zwischen 26 - < 28 µg/m³ (siehe Tabelle 21). Insbesondere die Bezirke Mitte, Charlottenburg-Wilmerdorf und Friedrichshain-Kreuzberg sind hier zu nennen.

Tabelle 21: Verkehrszellen mit der zweithöchsten PM10-Belastung in der Umweltzone nach Bezirken

Bezirk	VZ PM10_Gr4	F [km ²] PM10_Gr4	Ew. 2007 PM10_Gr4	F [%] an U-Zone	Ew. [%] an U-Zone
Mitte	23	23,07	170152	26,51	17,38
Charlottenburg- Wilmerdorf	13	12,45	155959	14,31	15,93
Friedrichshain-Kreuzberg	9	9,81	126851	11,27	12,96
Neukölln	3	2,65	45188	3,04	4,62
Pankow	6	3,17	34480	3,64	3,52
Tempelhof-Schöneberg	4	5,53	26853	6,35	2,74
Treptow-Köpenick	1	1,10	7870	1,26	0,80
Summe	59	57,78	567353	66,38	57,95

Betrachtet man unter dem Aspekt der doppelten Benachteiligung die Verkehrszellen mit hohen PM10-Belastungen ($26 - < 28 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und einem sehr niedrigen Sozialstatus innerhalb der Umweltzone, so kommt man zu folgendem Ergebnis:

Insgesamt gibt es neun Verkehrszellen, die durch hohe PM10-Belastungen zwischen $26 - < 28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und einen sehr niedrigen Sozialstatus gekennzeichnet sind. Dazu gehören die sechs Verkehrszellen des Bezirkes Mitte mit einer Fläche von $7,2 \text{ km}^2$ (bzw. $8,3 \%$ der Fläche der Umweltzone) und 77.208 Einwohnern ($7,9 \%$ der Einwohner der Umweltzone) und drei Verkehrszellen des Bezirkes Neukölln. In diesen Verkehrszellen leben mit 45.188 Einwohnern $4,6 \%$ der Einwohner der Umweltzone auf einer Fläche von $2,6 \text{ km}^2$ (3% der Fläche der Umweltzone) (siehe Tabelle 22).

Tabelle 22: Verkehrszellen mit der zweithöchsten PM10-Belastung und einem sehr niedrigen Sozialstatus-Index in der Umweltzone

Bezirk	VZ PM10_Gr4	F [km^2] PM10_Gr4	Ew. 2007 PM10_Gr4	F [%] an U-Zone	Ew. [%] an U-Zone
Mitte	6	7,24	77208	8,32	7,89
Neukölln	3	2,65	45188	3,04	4,62
Summe	9	9,89	122396	11,36	12,51

Die räumliche Verteilung aller Verkehrszellen in- und außerhalb der Umweltzone, die infolge der sehr hohen bzw. hohen PM10-Belastungen und ihres sehr niedrigen bzw. niedrigen Sozialstatus doppelt benachteiligt sind, wird in Karte 7 (siehe Seite 73) dargestellt.

9. Statistische Überprüfung

Eine statistische Auswertung mit dem Programmpaket STATISTICA 7.1 (StatSoft) ergab, dass es für die Beziehung „PM10-Belastung/Fläche“ und dem Sozialstatus-Index einen signifikanten Zusammenhang gibt. Dies geht aus dem in Abbildung 11 dargestellten Boxplot-Diagramm (0,95 Konfidenzintervall) hervor. Die x-Achse benennt den Sozialstatus (1 = sehr niedrig, 2 = niedrig, 3 = mittel und 4 = hoch), die y-Achse die PM10-Belastung bezogen auf die Fläche in $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Es kann folgender Zusammenhang nachgewiesen werden: je niedriger der Sozialstatus ist, umso höher ist die PM10-Belastung pro Fläche.

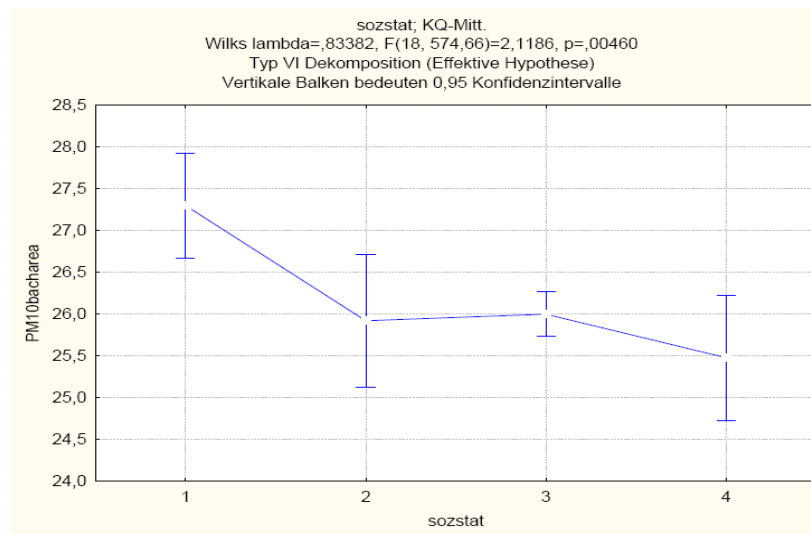


Abbildung 11: Boxplot-Diagramm „PM10-Belastung pro Fläche“ und „Sozialstatus-Index“

Abbildung 12 zeigt das Boxplot-Diagramm (0,95 Konfidenzintervall) mit den Parametern „PM10-Belastung pro Fläche“ (y-Achse) und „Sozialstatus/Dynamik-Index“ (x-Achse). Auch hier wird ein signifikanter Unterschied zwischen niedrigstem und höchstem Index deutlich. Erkennbar ist auch eine deutliche Tendenz zu einer generellen Abhängigkeit zwischen den beiden Parametern. Ähnliches gilt auch für die Beziehung eines zusammenfassenden Parameters zur Beschreibung des Sozialstatus/Sozialdynamik-Indexes, der durch Multiplikation eines Status-Indexes und eines Dynamik-Indexes gebildet wurde. Abbildung 13 zeigt signifikante Unterschiede zwischen niedrigsten und höchsten Misch-Indizes.

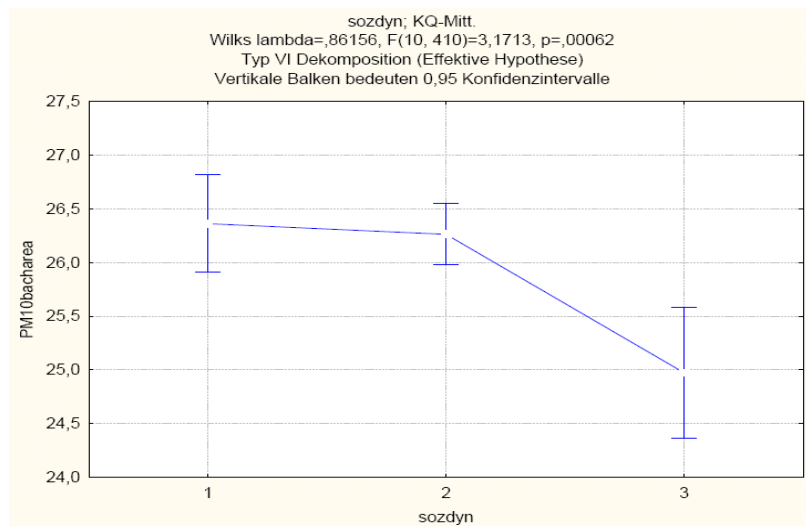


Abbildung 12: Boxplot-Diagramm „PM10-Belastung pro Fläche“ und „Sozialstatus/Dynamik-Index“

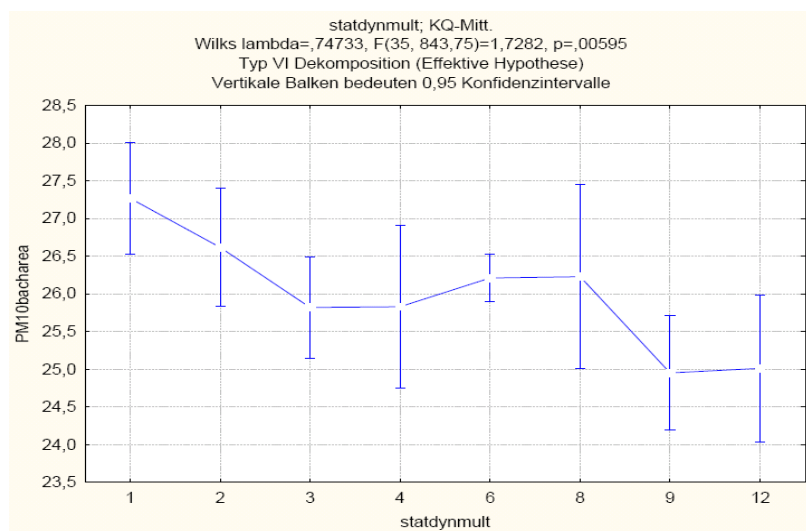


Abbildung 13: Boxplot-Diagramm „PM10-Belastung pro Fläche“ und „Sozialstatus/Dynamik-Mischindex“

Bildet man einen weiteren Mischindex, indem man den Sozialstatus-Index zur Grundlage nimmt und jeweils innerhalb der so entstehenden Gruppen eine weitere Unterteilung nach dem Dynamik-Index vornimmt, so erhält man eine ebenfalls im Zusammenhang mit den Ergebnissen sehr überzeugende Form eines Mischindexes. Abbildung 14 zeigt die PM10-Belastung in Gebieten mit unterschiedlichem Sozialstatus/Dynamik-Mischindex. Aus der Abbildung ist hervorragend zu erkennen, dass sich niedrigste und höchste Indizes signifikant bezüglich der PM10-Belastung je Flächeneinheit unterscheiden. Beispielsweise sind die

Einwohner in Gebieten mit dem Index 12 signifikant weniger belastet als in solchen mit Indizes von 1 bis 9. Umgekehrt sind Einwohner mit Index 1 oder 2 signifikant stärker belastet als mit Index 11 oder 12.

Die Abbildung 14 scheint anzudeuten, dass bezüglich der PM10-Belastung je Flächeneinheit drei Gruppen für diesen Mischindex gebildet werden können. Zu der am niedrigsten belasteten Gruppe 1 gehören die beiden höchsten Sozialstatus/Dynamik-Mischindizes 11 und 12. Zu der am höchsten belasteten Gruppe 3 gehören die beiden niedrigsten Sozialstatus-Dynamik-Mischindizes 1 und 2. Die Sozialstatus/Dynamik-Mischindizes 4 bis 10 fallen in die mittlere Belastungsgruppe 2.

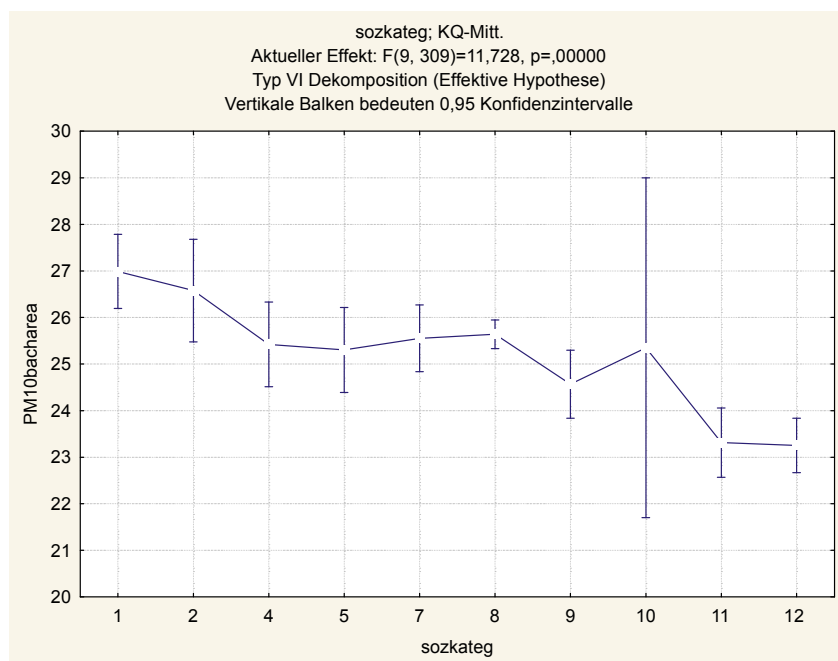


Abbildung 14: Boxplot-Diagramm „PM10-Belastung pro Fläche“ und multiplikativer „Sozialstatus/Dynamik-(Misch)Index“

Fazit

Es kann eindeutig nachgewiesen werden, dass die Bevölkerung mit einem niedrigen Sozialstatus im Mittel einer höheren PM10-Belastung pro Fläche ausgesetzt ist als die Bevölkerung mit einem hohen Sozialstatus. Es liegt also in diesem Falle eine doppelte Benachteiligung (niedriger Sozialstatus **und** hohe PM10-Belastung pro Fläche) der Bevölkerung vor. Auch die anderen beiden Beziehungen unterstützen mit ihrer Tendenz zu einer Abhängigkeit zwischen hoher PM10-Belastung pro Fläche und niedrigem Sozialstatus/Dynamik-Index bzw. Sozialstatus/Dynamik-Mischindex die doppelte Benachteiligung (niedriger Sozialstatus/Dynamik-Index bzw. Sozialstatus und hohe PM10-Belastung pro Fläche) der Bevölkerung mit niedrigem Sozialstatus.

10. Zusammenfassung

Gegenstand der Studie war die Untersuchung der räumlichen Korrelation von Feinstaub(PM10)-Belastungen und dem Sozialstatus/Dynamik-Index in den Berliner Verkehrszellen.

Zuerst wurde die Feinstaub(PM10)-Belastung in den 338 Verkehrszellen für das Jahr 2005 berechnet und anschließend mit den Daten zum Sozialstatus/Dynamik-Index und zur Bevölkerung kombiniert und analysiert. Dabei lag der Fokus der Untersuchung einerseits auf dem gesamten Stadtgebiet und andererseits explizit auf der Umweltzone, so dass die Ergebnisse für beide Untersuchungsebenen vorliegen.

23 % der Fläche von Berlin und 4 % der Bevölkerung sind durch sehr geringe PM10-Werte (zwischen $20 - < 22 \mu\text{g}/\text{m}^3$) belastet. 34 % der Fläche der Stadt weisen geringe PM10-Werte (zwischen $22 - < 24 \mu\text{g}/\text{m}^3$) auf. Von diesen geringen Belastungen sind 23 % der Bevölkerung betroffen. 26 % der Fläche und 29 % der Bevölkerung sind durch mittlere PM10-Werte (zwischen $24 - < 26 \mu\text{g}/\text{m}^3$) belastet. 30 % der Bevölkerung leben auf 13 % der Fläche mit hohen PM10-Belastungen (zwischen $26 - < 28 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Nur 4 % der Fläche und 14 % der Bevölkerung sind durch sehr hohe PM10-Werte (zwischen $28 - < 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) belastet.

Hinsichtlich des Sozialstatus/Dynamik-Indexes haben die 140 Verkehrszellen mit einem mittel-stabilen Sozialstatus/Dynamik-Index den größten Anteil. Sie umfassen 31 % der Fläche Berlins mit 51 % der Bevölkerung. Die zweitgrößte Gruppe bilden die 39 Verkehrszellen mit einem hoch-positiven Sozialstatus/Dynamik-Index, die 17 % der Fläche Berlins ausmachen, in denen jedoch nur sieben Prozent der Bevölkerung leben. Zur drittgrößten Gruppe gehören die 21 Verkehrszellen mit einem sehr niedrig-negativen Sozialstatus/Dynamik-Index, die zwar nur 4 % der Fläche umfassen, in denen aber 11 % der Bevölkerung leben.

Auf der Grundlage der Analyse der Jahresmittelwerte der PM10-Belastung 2005, des Sozialstatus/Dynamik-Indexes 2005 und der Einwohner 2007 im gesamten Berliner Stadtgebiet ergibt sich ein differenziertes Bild hinsichtlich der räumlichen Verteilung dieser drei Merkmale. Es hat sich gezeigt, dass die höchsten Feinstaub(PM10)-Belastungen, die zwischen $28 - < 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen, vor allem in der Umweltzone anzutreffen sind. Von den insgesamt 29 Verkehrszellen mit den höchsten PM10-Werten befinden sich nur zwei außerhalb der Umweltzone. Schwerpunkt der höchsten PM10-Belastung in der Umweltzone sind die 14 Verkehrszellen der Bezirke Friedrichshain-Kreuzberg, Tempelhof-Schöneberg und Neukölln, in denen mit ca. 287.000 Einwohnern 29 % der Einwohner der Umweltzone bzw. 9 % der Berliner Bevölkerung leben. Schwerpunkt der zweithöchsten Belastungsgruppe ($26 - < 28 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in der Umweltzone sind die 45 Verkehrszellen der Bezirke Mitte, Charlottenburg-Wilmersdorf und Friedrichshain-Kreuzberg mit ca. 453.000 Einwohnern. Das

entspricht einem Anteil von ca. 46 % an der Bevölkerung der Umweltzone und ca. 14 % an der Bevölkerung der ganzen Stadt.

Bezieht man den Sozialstatus/Dynamik-Index in die Betrachtung ein, so haben sieben Verkehrszellen mit einem sehr niedrigen Sozialstatus in der Umweltzone eine sehr hohe PM10-Belastung. Diese Verkehrszellen gehören zu den Bezirken Neukölln, Friedrichshain-Kreuzberg und Tempelhof-Schöneberg. Etwa 150.000 Einwohner, d.h. 15 % der Einwohner der Umweltzone bzw. 5 % der Berliner Bevölkerung, sind durch die sehr hohe PM10-Belastung und den sehr niedrigen Sozialstatus in zweifacher Hinsicht benachteiligt. Innerhalb der Umweltzone gibt es neun Verkehrszellen mit der zweithöchsten PM10-Belastung und einem sehr niedrigen Sozialstatus, die in den Bezirken Mitte und Neukölln liegen. Hier sind ca. 122.000 Einwohner bzw. 13 % der Einwohner der Umweltzone oder 4 % der Berliner Bevölkerung doppelt benachteiligt. Insgesamt sind in der Umweltzone mit ca. 272.000 Einwohnern, das sind 28 % der Einwohner der Umweltzone bzw. 9 % der Berliner Bevölkerung durch eine (sehr) hohe PM10-Belastung und einen sehr niedrigen Sozialstatus zweifach benachteiligt.

Anhand der durchgeführten raumbezogenen und statistischen Analysen kann die eingangs aufgestellte Hypothese - Verkehrszellen mit einem (sehr) niedrigen Sozialstatus weisen (sehr) hohe PM10-Belastungen auf - verifiziert werden. Die statistische Auswertung ergab einen signifikanten Zusammenhang zwischen einem sehr niedrigen Sozialstatus und einer hohen PM10-Belastung. Dieser Erkenntnis sollte zukünftig mehr Beachtung geschenkt werden. Da sich die Schere zwischen Arm und Reich weiter öffnen wird, muss verstärkt auf Umweltgerechtigkeit geachtet werden. Es wird auf lange Sicht gesellschaftlich nicht tragbar sein, dass sozial benachteiligte Menschen auch einer stärkeren Umweltbelastung ausgesetzt sind. Im Bereich der Feinstaubbelastung sollte nach Möglichkeiten und Maßnahmen gesucht werden, einer doppelten Benachteiligung vorzubeugen. Voraussetzung dafür ist ein permanentes Monitoring der Feinstaubbelastung (sowie anderer Umweltbelastungen) und der sozialen Situation der Bevölkerung, um aktuelle Entwicklungen aufzeigen und verfolgen zu können. Es liegt vor allem in der Verantwortung von Politikern, Stadt-, Umwelt- und Sozialplanern sowie weiteren Entscheidungsträgern, wie mit dem Problem einer doppelten oder sogar mehrfachen Benachteiligung von sozial schwachen Bevölkerungsschichten umgegangen wird und wie die bestehende bzw. zunehmende Umwelt-Ungerechtigkeit durch neue Konzepte und Maßnahmen verringert wird.

11. Literaturverzeichnis

[Apug 2009] Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit.

<http://www.apug.de/apug/geschichte/index.htm> (Zugriff 08.01.09)

BRÜCKNER, MARIA (2008): Untersuchung zur räumlichen Korrelation von Straßenlärm und Sozialstruktur in Berliner Verkehrszellen. Ein Beitrag zur Debatte um „Umweltgerechtigkeit“ (unveröffentlicht).

BÖRMERMAN, HARTMUT; JAHN, SUSANNE; NELIUS, KURT (2006): Lebensweltlich orientierte Räume im Regionalen Bezugssystem (Teil 1). Werkstattbericht zum Projekt „Vereinheitlichung von Planungsräumen“.

http://www.berlin.de/imperia/md/content/batempelhofschoeneberg/abtfinperswibuerg/steuerungsdienst/demographischerwandel/lebensweltlich_orientierte_r_ume0608.pdf
(Zugriff 06.11.08).

DIEGMANN, V., F. PFÄFFLIN, F., WIEGAND, G., WURSTHORN, H., DÜNNEBEIL, F., HELMS, H., LAMBRECHT, U. (2006): Verkehrliche Maßnahmen zur Reduzierung von Feinstaub - Möglichkeiten und Minderungspotentiale. Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes. In: Publikationen des Umweltbundesamtes, Juli 07, Umweltbundesamt (Hrsg.).

<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3259.pdf> (Zugriff 06.11.08).

EU (1999): EU -Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft. In: Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften.

http://eurlex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&numdoc=31999L0030&model=guichett&lg=de (Zugriff 01.01.09).

EU (1980): EG-Richtlinie 80/779/EWG des Rates vom 15. Juli 1980 über Grenzwerte und Leitwerte der Luftqualität für Schwefeldioxid und Schwebstaub.

<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1980L0779:19911223:DE:PDF> (Zugriff 15.11.08).

HELMHOLTZ ZENTRUM MÜNCHEN (2009): Themenportale: Partikelforschung für Gesundheit und Umwelt.

<http://www.helmholtz-muenchen.de/Partikelforschung/index.php> (Zugriff 04.01.09).

[HLUG 2007] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie. Feinstaub (PM10). Eigenschaften – Quellen – gesundheitliche Bewertung – Immissionen
http://www.hlug.de/medien/luft/luftmessnetz/dokumente/2007/PM10_Broschuere.pdf (Zugriff 28.04.09)

KLOEPFER, M. (2008): Vortrag im Rahmen der Fachtagung des Umweltbundesamtes „Umweltgerechtigkeit – die soziale Verteilung von gesundheitsrelevanten Umweltbelastungen vom 27.-28.10.2008 in Berlin.

KÖCKLER, H.; KATSCHNER, L.; KUPSKI, S.; KATZSCHNER, A.; PELZ, A. (2007): Umweltbezogene Gerechtigkeit und Immissionsbelastungen am Beispiel der Stadt Kassel.
Kassel = Center for Environmental Systems Research – Paper 1.

KOMMISSION REINHALTUNG DER LUFT (2003): Bewertung des aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstandes zur gesundheitlichen Wirkung von Partikeln in der Luft. Arbeitsgruppe. In: Feinstaub und Stickstoffdioxid. Wirkung, Quellen, Luftreinhaltepläne, Minderungsmaßnahmen, Hrsg: Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN) und Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN, Berlin et al. 2006, S.15 - 68.

KRUIZE, H. (2007): On environmental equity: Exploring the distribution of environmental quality among socio-economic categories in the Netherlands. Utrecht

LADEN, F.; NEAS, L., DOCKERY, D., SCHWARTZ, J. (2000): Association of fine particulate matter from different sources with the daily mortality in six US cities. In: Environ Health Perspectives, Vol.108, S. 941-7.

[LAUM 2008] Landschafts- und Umweltentwicklung Universität Hannover. Gis-Methoden.
http://www.laum.uni-hannover.de/ilr/lehre/lsv/lsv_Meth.htm (Zugriff 22.11.08)

MASCHWESKY, W. 2004: Umweltgerechtigkeit - Gesundheitsrelevanz und empirische Erfassung. Veröffentlichungsreihe der Arbeitsgruppe Public Health. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB)

MASCHWESKY, W. 2006: „Healthy public policy“ - am Beispiel der Politik zu Umweltgerechtigkeit in Schottland. In: Veröffentlichungsreihe der Forschungsgruppe Public Health, Forschungsschwerpunkt Arbeit, Sozialstruktur und Sozialstaat, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung.

<http://skylla.wz-berlin.de/pdf/2006/i06-304.pdf> (Zugriff 12.01.09).

MASCHEWSKY, W. o. A.: Politische Ansätze zur Umweltgerechtigkeit.

<http://www.umweltgerechtigkeit.de/Politik.html> (Zugriff 05.11.08).

METTO, J (2008): Urbane Vegetation - Eine sinnvolle Maßnahme zur Feinstaubreduktion?
Begrünungen als Maßnahme zur Feinstaubreduktion in Luftreinhalte- und Aktionsplänen
am Beispiel ausgewählter deutscher Städte. Saarbrücken

MIELCK, A.; BLOOMFIELD, K. (Hrsg.) (2001): Sozial-Epidemiologie. Einführung in die Grundlagen, Ergebnisse und Umsetzungsmöglichkeiten. München.

[MULV NRW 2009] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen: Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit Nordrhein-Westfalen. Ergebniss 2002 – 2007 (APUG NRW)

<http://www.apug.nrw.de/pdf/Stand-der-Dinge-2008.pdf> (Zugriff 21.4.09)

[MULV NRW 2009] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen: APUG NRW.

<http://www.apug.nrw.de/> (Zugriff 08.01.09).

[SRU 1994] Sachverständigenrat für Umweltfragen: Umweltgutachten: Für eine dauerhaft umweltgerechte Entwicklung. In: Bundestagsdrucksache 12/6995.

<http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/12/069/1206995.pdf> (Zugriff 08.01.09).

[SENGUV 2003] Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verkehr Berlin: Gesamteinschätzung der verkehrsrelevanten Luftbelastung mit Hilfe von Rechenmodellen.

http://www.berlin.de/sen/umwelt/luftqualitaet/de/download/fb2001_7_8.pdf

(Zugriff 06.10.08).

[SENSTADT 2008] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin: Basisdaten Stadtentwicklung. Monitoring Soziale Stadtentwicklung.

http://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/basisdaten_stadtentwicklung/monitoring/index.shtml (Zugriff 01.12.08).

[SENSTADT 2007] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin: Monitoring Soziale Stadtentwicklung 2007 - Fortschreibung für den Zeitraum 2005 -2006.

http://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/basisdaten_stadtentwicklung/monitoring/download/2007/Endbericht-Monitoring2007.pdf (Zugriff 07.12.08).

[SENSTADT 2005a] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin: Luftreinhalte- und Aktionsplan für Berlin 2005-2010.

http://www.berlin.de/sen/umwelt/luftqualitaet/de/luftreinhalteplan/download/Luftreinhalteplan-Berlin_gesamt.pdf (Zugriff 07.11.08).

[SENSTADT 2005b] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin: Anhang zum Luftreinhalteplan Die Luftqualität in Berlin – Situation, Probleme, Ursachen – Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität.

http://www.berlin.de/sen/umwelt/luftqualitaet/de/luftreinhalteplan/download/Anhang-Luftreinhalteplan-Berlin_gesamt.pdf (Zugriff 07.11.08).

UNIVERSITÄT BONN GEOGRAPHISCHES INSTITUT (2008): Gistutor.

<http://www.giub.uni-bonn.de/gistutor/> (Zugriff 05.11.08).

UNIVERSITÄT HANNOVER FAKULTÄT FÜR ARCHITEKTUR UND LANDSCHAFT (2008): GIS Methoden

http://www.laum.uni-hannover.de/ilr/lehre/lsv/lsv_Meth.htm (Zugriff 02.12.08).

[WHO 2006]: World Health Organization Europe: Air Quality Guidelines 2005. Global Update 2005.

<http://www.euro.who.int/Document/E90038.pdf?language=German> (Zugriff 22.12.08).

[WHO 2005] World Health Organization Europe: Wie der Feinstaub in der Luft die Gesundheit schädigt. In: Faktenblatt EURO 04/05.

<http://www.euro.who.int/document/mediacentre/fs0405g.pdf> (Zugriff 05.11.08).

WICHMANN, H.-E. (2008): Schützen Umweltzonen unsere Gesundheit oder sind sie unwirksam? In: Umweltmedizin in Forschung und Praxis, H.1, S. 7-10.

