

Anhang

Anlass und rechtliche Rahmenbedingungen

Die Luftqualität in Berlin – Situation, Probleme, Ursachen –

Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität

August 2005

I	Anlass und rechtliche Rahmenbedingungen	1
I.1	Europäische Richtlinien zur Luftqualität	1
I.2	Grenzwertüberschreitungen und ihre Konsequenzen für die Luftreinhalteplanung	2
II	Die Luftqualität in Berlin – Situation, Probleme, Ursachen	6
II.1	Hintergrundinformationen	6
II.1.1	Beschreibung der orografischen und meteorologischen Verhältnisse	6
II.1.2	Flächennutzung	10
II.1.3	Entwicklung der Raum- und Verkehrsinfrastruktur	11
II.1.3.1	Entwicklung der Raumstruktur	11
II.1.3.2	Verkehrsinfrastruktur	13
II.1.3.3	Entwicklung der Verkehrsnachfrage seit 1990	14
II.1.3.4	Perspektiven	15
II.1.4	Erfassung der Emissionen von Feinstaub (PM10) und Stickstoffdioxid in Berlin	16
II.1.4.1	Industrie-Anlagen	17
II.1.4.2	Hausbrand	17
II.1.4.3	Kleingewerbe	19
II.1.4.4	Kfz-Verkehr	19
II.1.4.5	Sonstiger Verkehr	22
II.1.4.6	Sonstige Quellen	22
II.1.4.7	Emissionen der Berliner Quellen	23
II.1.5	Emissionen in der Umgebung Berlins	32
II.1.6	Ermittlung der Luftbelastung in Berlin	33
II.1.6.1	Messungen der Immissionsbelastung – das Berliner Luftgüte- Messnetz (BLUME)	34
II.1.6.2	Simulation der Luftbelastung mit Modellen	36
II.2	Die Luftqualität in Bezug zu den europäischen Grenzwerten	39
II.2.1	Überblick	39
II.2.2	Langjährige Entwicklung der Stickstoffdioxid- und Feinstaub (PM10) Belastung in Berlin	40
II.2.2.1	Stickstoffdioxid	40
II.2.2.2	Feinstaub (PM10)	42
II.2.3	Die Beurteilung der Belastung durch Feinstaub (PM10) und Stickstoffdioxid anhand von Messungen	43
II.2.4	Die Beurteilung der PM10- und Stickstoffdioxidbelastung auf der Basis von Modellrechnungen	48
II.3	Ursachen der Feinstaub (PM10)- und Stickstoffdioxidbelastung	54
II.3.1	Überblick über die in Berlin durchgeführten Studien	54
II.3.2	Herkunft der Feinstaub (PM10)- Belastung	55
II.3.2.1	Charakteristik der PM10-Belastung in Berlin und Umgebung	55
II.3.2.2	Herkunft der regionalen Hintergrundbelastung	57
II.3.2.3	Episoden mit hohen PM10-Tageswerten	59
II.3.3	Wichtigste Verursacher und ihre Anteile an der Feinstaub (PM10)- und Stickstoffdioxidbelastung	61
II.3.3.1	Feinstaub (PM10)	61
II.3.3.2	Stickstoffdioxid	67

III	Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität	68
III.1	Verbesserung der Luftqualität ohne zusätzliche Maßnahmen.....	68
III.1.1	In der Umsetzung befindliche Maßnahmen und ihre Wirkung.....	68
III.1.1.1	Trendfall 2010: Emissionsseitige Minderungen europa- und deutschlandweit	68
III.1.1.2	Trendfall 2010: Emissionsseitige Maßnahmen und ihre Wirkung in Berlin	69
III.1.1.2.1	Industrieanlagen	69
III.1.1.2.2	Hausheizung	71
III.1.1.2.3	Kleingewerbe	71
III.1.1.2.4	Kfz-Verkehr	72
III.1.1.2.5	Sonstiger Verkehr.....	72
III.1.1.2.6	Sonstige Quellen	73
III.1.2	Verbesserung der immissionsseitigen Luftqualität ohne zusätzliche Maßnahmen (Trend)	73
III.2	Zusätzliche Maßnahmen und ihre Wirkung auf die Luftqualität.....	75
III.2.1	Ergänzende Maßnahmen Berlins	75
III.2.1.1	Maßnahmen bei stationären Schadstoffquellen	75
III.2.1.2	Maßnahmen im Verkehr	76
III.2.1.2.1	Emissionsminderung durch emissionsarme Kraftstoffe und Abgastechnik am Fahrzeug.....	76
III.2.1.2.2	Dämpfung des Straßenverkehrs im Rahmen des Stadtentwicklungsplans Verkehr	80
III.2.1.2.3	Einführung einer Umweltzone mit Verkehrsbeschränkungen nach § 40 (1) BImSchG und Ausnahmen für emissionsarme Dieselfahrzeuge.....	86
III.2.1.3	Optimiertes Verkehrsmanagement und LKW-Führung an Brennpunkten	94
	Literatur:	96
	Glossar:	100
	Stoffe, Einheiten und Messgrößen.....	104

Tabellenverzeichnis

Seite

Tab. I.2.1	EU-weite Immissionsgrenzwerte und Schwellenwerte zur Luftqualität.....	2
Tab. II.1.1	Klimadaten in Berlin (Institut für Meteorologie der Freien Universität Berlin, 2004, wenn nicht anders vermerkt, beziehen sich die Mittelwerte auf die Referenzperiode 1961-90).....	8
Tab. II.1.2	Entwicklung relevanter Strukturdaten 1990 – 2003	12
Tab. II.1.3	Vergleich ausgewählter Strukturdaten in europäischen Metropolen [II.1]	13
Tab. II.1.4	Anzahl der genehmigungsbedürftigen Anlagen in Berlin	17
Tab. II.1.5	Änderung der Beheizungsart zwischen 1994 und 1999.....	18
Tab. II.1.6	Abgasemissionen aus mobilen Maschinen in Berlin	22
Tab. II.1.7	Sonstige Feinstaubemissionen in Berlin	23
Tab. II.1.8	Emissionen in Berlin nach Emittentengruppen	25
Tab. II.1.9	Emissionen (t/a) in der großräumigen Umgebung von Berlin (Radius von ca. 130 km).....	33
Tab. II.2.1	Zusammenfassende Bewertung der Luftqualität in Berlin	40
Tab. III.2.1	Europäische Abgasstandards für Dieselfahrzeuge.....	92
Tab. III.2.2	Umweltentlastende Wirkung des Praxisversuchs in der Beusselstraße	96

Abbildungsverzeichnis

Seite

Abb. I.2.1	Schematische Darstellung der Verpflichtungen zur Luftreinhalteplanung in Bezug auf die Grenzwerte und Toleranzmargen	3
Abb. II.1.1	Langjährige (1988-2003) mittlere Verteilung der Windrichtung an der Station Grunewald im Jahresmittel sowie im Sommer- und Winterhalbjahr	7
Abb. II.1.2	Häufigkeit von Temperaturinversionen in Abhängigkeit von der Windrichtung	7
Abb. II.1.3	Verteilung der Windgeschwindigkeit mit der Windrichtung an der Station Grunewald (Mittel 1988-2003) im Sommer- und Winterhalbjahr	9
Abb. II.1.4	Verteilung der Flächennutzung in Berlin (2004).....	11
Abb. II.1.5	Vergleich der Beheizungsarten in Berlin zwischen 1994 und 1999	18
Abb. II.1.6	Absatzzahlen von Braunkohlenbrikett 1991-2000 in Berlin	18
Abb. II.1.7	Verkehrsbelastung im Hauptstraßennetz im Jahr 2002.....	20
Abb. II.1.8	Anteile verschiedener Verursacher an den Feinstaubemissionen in Berlin 2002.....	24
Abb. II.1.9	Anteile verschiedener Verursacher an den Stickoxidemissionen in Berlin 2002.....	24
Abb. II.1.10	Emissionen aus genehmigungsbedürftigen Anlagen	26
Abb. II.1.11	Räumliche Verteilung der Feinstaubemissionen genehmigungsbedürftiger Anlagen im Jahr 2000	27
Abb. II.1.12	Räumliche Verteilung der Stickoxidemissionen genehmigungsbedürftiger Anlagen im Jahr 2000	27
Abb. II.1.13	Stickoxidemissionen aus Hausbrand 1999/2000	28
Abb. II.1.14	Feinstaubemissionen aus Hausbrand 1999/2000	28
Abb. II.1.15	Stickoxidemissionen des Kfz-Verkehrs im Hauptstraßennetz im Jahr 2002	29
Abb. II.1.16	Feinstaubemissionen des Kfz-Verkehrs im Jahr 2002	30
Abb. II.1.17	Stickoxidemissionen des Kfz-Verkehrs im Jahre 2002.....	30
Abb. II.1.18	Minderung der Feinstaubemissionen seit 1994.....	31
Abb. II.1.19	Minderung der Stickoxidemissionen seit 1994	32
Abb. II.1.20	Lage der Aktiv- und Passivsammler-Standorte zur Sammlung von Wochenproben von Benzol, Ruß und Stickstoffdioxid (schwarz umrandete Symbole) sowie der automatischen Container-Messstellen (blau umrandete Symbole) im Jahr 2004	35
Abb. II.1.21	Schema der räumlichen Ausdehnung der in Berlin für die Luftreinhalteplanung angewandten Ausbreitungsmodelle sowie deren Auflösung 36	
Abb. II.2.1	Anzahl von Überschreitungen des 24h-Grenzwertes für Feinstaub (PM10) in ausgewählten europäischen Städten [II.51].....	39
Abb. II.2.2	Langjähriger Trend der Stickstoffdioxid- und Stickstoffmonoxidwerte in Berlin.....	41
Abb. II.2.3	Langjähriger Trend der PM10- und Rußkonzentration in Berlin.....	42
Abb. II.2.4	Gemessene mittlere Belastung an Stickstoffdioxid im Jahr 2003	43
Abb. II.2.5	Anzahl der Tage mit PM10-Tagesmittelwerten über 50 µg/m ³ für die Jahre 2002 (oben), 2003 (Mitte), und 2004 (unten)	44
Abb. II.2.6	Prozentuale Häufigkeit der Windrichtung in den Jahren 2002, 2003 und 2004 an der BLUME-Messstelle Grunewald	45
Abb. II.2.7	Verteilung der PM10 – Stundenwerte über 50 µg/m ³ an der BLUME Station Müggelsee in Abhängigkeit von der Windrichtung	46

Abb. II.2.8	Jährliche Überschreitungen des 24h-Grenzwertes für Feinstaub von 2001 bis 2004, mit Angabe des Anteils der Überschreitungen nach ihrer Höhe	47
Abb. II.2.9	Mit RCG berechnete europaweite (links) und regionale Hintergrundkonzentration (rechts) von PM10 (Jahresmittel) im Jahr 2002.....	48
Abb. II.2.10	Mit IMMISnet berechnete und an BLUME-Messstellen gemessene PM10-Belastung (Jahresmittel) im städtischen Hintergrund für das Basisjahr 2002	48
Abb. II.2.11	Berechnete PM10-Belastung im Hauptverkehrsstraßennetz für das Basisjahr 2002	50
Abb. II.2.12	Berechnete Anzahl der Anwohner pro 100 m Straßenlänge in Straßenabschnitten mit Überschreitungen des 24h-Grenzwertes für PM10 im Basisjahr 2002.....	51
Abb. II.2.13	Mit IMMISnet berechnete und an BLUME Stationen gemessene NO ₂ -Belastung im städtischen Hintergrund für das Basisjahr 2002	52
Abb. II.2.14	Berechnete NO ₂ -Belastung im Hauptverkehrsstraßennetz für das Basisjahr 2002	52
Abb. II.2.15	Berechnete Anzahl der Anwohner pro 100 m Straßenlänge in Straßenabschnitten mit Überschreitungen des NO ₂ -Grenzwertes von 40 µg/m ³ im Basisjahr 2002	53
Abb. II.3.1	Schema der Anteile der Feinstaub(PM10)-Belastung in Berlin und Umgebung.....	55
Abb. II.3.2	Herkunft der PM10-Belastung an verkehrsnahen Messstellen in der Berliner Innenstadt (Frankfurter Allee)	56
Abb. II.3.3	Prozentualer Beitrag der Berliner Quellen zur PM10- und NO ₂ -Belastung in Wohngebieten ohne lokalen Verkehr.....	56
Abb. II.3.4	Verteilung der PM10-Konzentration mit der Windrichtung (Jahr 2002)	57
Abb. II.3.5	Statistik der in Berlin ankommenden Rückwärtstrajektorien (2.10.2001 bis 1.11.2002) in Abhängigkeit von der in Berlin zur Ankunftszeit gemessenen PM10-Konzentration. Rot eingefärbte Gebiete kennzeichnen die Herkunft von Trajektorien, die bei hohen PM10-Werten von über 36 µg/m ³ in Berlin eintreffen [II.29]	58
Abb. II.3.6	Lage der 200 größten Emittenten von Schwefeldioxid in Europa. Die Größe der Kreise kennzeichnet die Emissionsmenge [II.30][II.3].....	59
Abb. II.3.7	Gegenüberstellung der verkehrsnahen PM10-Belastung in der Innenstadt und des städtischen Eigenanteils auf der Basis von Tagesmittelwerten.....	60
Abb. II.3.8	Chemische Zusammensetzung des PM10 an der Verkehrsmessstelle Frankfurter Allee während Tagen mit unterschiedlich hoher PM10-Belastung.....	61
Abb. II.3.9	Inhaltsstoffe des an einer verkehrsnahen Messstelle (Frankfurter Allee) gemessenen Feinstaubes (PM10), aufgeteilt in seine Beiträge aus dem lokalen Verkehr, den übrigen Berliner Quellen und dem regionalen PM10-Hintergrund von Quellen außerhalb der Stadt	62
Abb. II.3.10	Jahreszeitliche Abhängigkeit und Höhe der Überschreitungen des 24h-Grenzwertes im Jahr 2003.....	64
Abb. II.3.11	Auf der Basis von Emissions- und Immissionsdaten ermittelte Quellanteile an der PM10-Belastung an einer verkehrsreichen Straße in der Berliner Innenstadt	65
Abb. II.3.12	Auf der Basis von Emissions- und Immissionsdaten ermittelte Anteile der Berliner Quellen an der hausgemachten PM10-Belastung an einer verkehrsreichen Straße in der Berliner Innenstadt.....	66
Abb. II.3.13	Mit Modellen berechnete Quellanteile an der PM10-Belastung in Verkehrsnähe	66
Abb. II.3.14	Mit Modellen berechnete Quellanteile an der Stickstoffdioxidbelastung an Hauptverkehrsstraßen.....	67
Abb. III.1.1	Änderung der Länge der Straßen mit Überschreitungen des 24 h-Grenzwertes für PM10 (links) und des NO ₂ -Grenzwertes (rechts) und der jeweils davon betroffenen Anwohner im Basisjahr 2002 und im Trendfall 2005/2010.....	73
Abb. III.2.1	Zukünftige Entwicklung der Linienbusflotte in Berlin	77
Abb. III.2.2	Schadstoffklassen für Lkw (Diesel) nach zulässigem Gesamtgewicht (2003)	79
Abb. III.2.3	Änderungen der Belastung im Hauptverkehrsstraßennetz für 2005 gegenüber 2002	81
Abb. III.2.4	Immissionsseitige Wirkung des Stadtentwicklungsplans Verkehr in Bezug auf das Trendszenario 2010.....	85
Abb. III.2.5	Anzahl der Anwohner pro 100 m Straßenlänge mit Überschreitungen des 24h-Grenzwertes für Feinstaub(PM10) im Trendszenario 2005	87
Abb. III.2.6	Erwartete prozentuale Minderung der Emissionen des Kfz-Verkehrs in Relation zum Trendfall 2010 bei Umsetzung verschiedener Umweltzonenvarianten in der Innenstadt (Gebiet des großen Hundekopfes, Säulen I-III) und bei der	

	kompletten Ausrüstung der Diesel-Fahrzeuge der kommunalen Flotte (IV) und von großen Speditionen und Kurierdiensten (V)	88
Abb. III.2.7	Erwartete prozentuale Minderung der Emissionen des Kfz-Verkehrs in der Innenstadt (großer Hundekopf) in Relation zum Trendfall, wenn ab 2008 (linke Säulen) bzw. 2010 (rechte Säulen) nur noch LKW, Busse und Taxen zugelassen sind, die mindestens Euro II plus Rußfilter einhalten	90
Abb. III.2.8	Erwartete prozentuale Minderung der Emissionen des Kfz-Verkehrs in der Innenstadt (Großer Hundekopf) in Relation zum Trendfall, wenn ab 2008 bzw. 2010 nur noch LKW, Busse und Taxen (linke Säulen) sowie PKW (rechte Säulen) zugelassen sind, die mindestens Euro II plus Rußfilter einhalten	90
Abb. III.2.9	Prozentualer Rückgang der von Überschreitungen des 24h-Feinstaubgrenzwertes Betroffener zusätzlich zum Trendszenario 2010, bei einer Umweltzone in der Innenstadt (großer Hundekopf, Euro III plus Rußfilter für alle Dieselfahrzeuge), Umsetzung des StEP Verkehr oder beidem	91
Abb. III.2.10	Beispiel für eine Lkw-Führung zur Entlastung der Beusselstraße.....	95

I Anlass und rechtliche Rahmenbedingungen

I.1 Europäische Richtlinien zur Luftqualität

Seit Vorlage des letzten Luftreinhalteplanes 1994-2000 für Berlin [I.1] hat sich der europäische Rechtsrahmen zur Luftqualität erheblich erweitert.

Nach Einführung der ersten Luftqualitätsrichtlinien zu Schwefeldioxid, Staub, Stickstoffdioxid und Blei in den 80er Jahren gab es eine Vielzahl neuer Erkenntnisse über die schädlichen Auswirkungen dieser und weiterer Luftschadstoffe. Damit entstand die Notwendigkeit, europäische Regelungen auch auf weitere Komponenten auszuweiten und ein möglichst einheitliches Regelungsgerüst für die Beurteilung der Luftqualität, die Information der Öffentlichkeit und die Festlegung notwendiger Minderungsziele und –maßnahmen zu erstellen. Daraus entstand die 1996 in Kraft getretene "Richtlinie 96/62/EG über die Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität (die so genannte "Rahmenrichtlinie") [I.2].

In dieser Richtlinie wird die Kommission aufgefordert, innerhalb eines bestimmten Zeitrahmens so genannte "Tochtrichtlinien" vorzulegen, in denen Grenzwerte und Details zu Mess- und Beurteilungsvorschriften für eine vorgegebene Liste von Komponenten festgelegt werden.

Inzwischen sind drei Tochtrichtlinien in Kraft getreten:

- Am 19. Juli 1999 die Richtlinie 99/30/EG [I.3] mit Grenzwerten für Schwefeldioxid, Feinstaub (PM₁₀)¹, Stickstoffdioxid und Blei
- Am 13. Dezember 2000 die Richtlinie 2000/69/EG [I.4] mit Grenzwerten für Benzol und Kohlenmonoxid
- Am 9. Februar 2002 die Richtlinie 2002/3/EG über bodennahes Ozon [I.5].

Zur Überführung der ersten beiden Tochtrichtlinien in deutsches Recht blieben jeweils zwei Jahre Zeit, die mit der 7. Novelle zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) [I.6] vom September 2002, bezüglich der 1. Tochtrichtlinie deutlich überschritten wurde. Die neue Ozonrichtlinie ist inzwischen mit der neuen 33. Verordnung zum BImSchG [I.7] in deutsches Recht übernommen worden.

Die in der Rahmenrichtlinie und den entsprechenden Tochtrichtlinien enthaltenden Grundsätze und Ziele lassen sich in den folgenden Punkten zusammenfassen:

- Die rechtlich einheitliche Definition und quantitative Festlegung von Luftqualitätszielen "zur Vermeidung, Verhütung oder Verringerung schädlicher Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt".
- Die Einführung einheitlicher Methoden und Kriterien für die Beurteilung der Luftqualität.
- Die Verpflichtung Maßnahme- und Aktionspläne aufzustellen und gegebenenfalls Maßnahmen zu ergreifen, um die Einhaltung der festgelegten Grenzwerte innerhalb einer vorgegebenen Frist oder deren einmal erreichte Einhaltung weiter zu gewährleisten.
- Die Verpflichtung, die Bevölkerung über die aktuelle Luftverschmutzung zu informieren und bei Überschreitung bestimmter Alarmschwellen zu warnen.
- Die Notwendigkeit zur Berichterstattung an die Kommission über die Einhaltung/Nichteinhaltung der Grenzwerte und über gegebenenfalls erstellte Maßnahmenpläne zur Einhaltung der Grenzwerte.

¹ PM₁₀ ist die von der Kommission gewählte Abkürzung für Feinstäube mit einem Partikeldurchmesser von kleiner als 10 Mikrometer. PM ist das Kürzel für den englischen Begriff „Particulate matter“.

I.2 Grenzwertüberschreitungen und ihre Konsequenzen für die Luftreinhalteplanung

Kernstück der Luftqualitätsrichtlinien sind die Immissionsgrenzwerte, die "innerhalb eines bestimmten Zeitraumes erreicht werden müssen und danach nicht überschritten werden" dürfen. Die einzuhaltenden Schadstoffkonzentrationen und der Zeitpunkt, bis zu dem die Grenzwerte eingehalten werden müssen, sind in den Tochterrichtlinien bzw. in der 22. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetzes [I.8] festgelegt.

Das mit der Festlegung der EU-Grenzwerte verfolgte Ziel besteht darin, "schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt zu vermeiden, zu verhüten oder zu verringern" [I.2]. Aus der Tatsache, dass das Ziel schon in einer bloßen Verringerung von Schäden bestehen kann, lässt sich folgern, dass die EU-Grenzwerte nicht notwendigerweise einen Wert darstellen, unterhalb dessen keine schädlichen Auswirkungen zu erwarten sind. Die Tab. I.2.1 gibt eine Übersicht über die Grenzwerte für die geregelten Luftschadstoffe und die Zielwerte für Ozon.

Komponente	Art des Schwellenwertes	Mittel über	Konzentrations-schwelle	zulässige Anzahl von Überschreitungen	Wert einzuhalten bis
Schwefeldioxid	Grenzwert zum Gesundheitsschutz <i>Inkl. Toleranzmarge 2002</i>	1 h	350 µg/m ³ 440	24-mal pro Jahr (99.73-Perzentil)	1.1.2005
	Grenzwert zum Gesundheitsschutz	24 h	125 µg/m ³	3-mal pro Jahr (99.18 Perzentil)	1.1.2005
	Grenzwert zum Ökosystemschutz	1 Jahr Winterhalbjahr	20 µg/m ³	-	2002
	Alarmschwelle	3 h lang	500 µg/m ³	-	-
Feinstaub (PM10)	Grenzwert zum Gesundheitsschutz <i>Inkl. Toleranzmarge 2002</i>	24 h	50 µg/m ³ 65 µg/m ³	35-mal pro Jahr (90.41-Perzentil)	1.1.2005
	Grenzwert zum Gesundheitsschutz <i>Inkl. Toleranzmarge 2002</i>	1 Jahr	40 µg/m ³ 45 µg/m ³	-	1.1.2005
	Grenzwert zum Gesundheitsschutz <i>Inkl. Toleranzmarge 2002</i>	1 h	200 µg/m ³ 280 µg/m ³	18-mal pro Jahr (99.8-Perzentil)	1.1.2010
Stickstoffdioxid	Grenzwert zum Gesundheitsschutz <i>Inkl. Toleranzmarge 2002</i>	1 h	40 µg/m ³ 56 µg/m ³	-	1.1.2010
	Grenzwert zum Gesundheitsschutz <i>Inkl. Toleranzmarge 2002</i>	1 Jahr	40 µg/m ³ 56 µg/m ³	-	1.1.2010
	Alarmschwelle	3 h lang	400 µg/m ³	-	-
Stickoxide (NO _x)	Grenzwert zum Vegetationsschutz	1 Jahr	30 µg/m ³	-	1.1.2002
Blei	Grenzwert zum Gesundheitsschutz <i>Inkl. Toleranzmarge</i>	1 Jahr	0.5 µg/m ³ (1,0 µg/m ³) [†] 0.8 µg/m ³	-	1.1.2005 (2010) ^a
Benzol	Grenzwert zum Gesundheitsschutz <i>Inkl. Toleranzmarge bis 2005</i>	1 Jahr	5 µg/m ³ (10 µg/m ³) [‡] 10 µg/m ³	-	1.1.2010 (2015) ^b (1.1.2010) ^b
Kohlenmonoxid	Grenzwert zum Gesundheitsschutz <i>Inkl. Toleranzmarge 2002</i>	8 h	10 mg/m ³ 16 mg/m ³	-	1.1.2005
Ozon	Zielwert zum Gesundheitsschutz	8 h	120 µg/m ³	An 25 Tagen im 3 Jahresmittel (93.15-Perzentil)	1.1.2010
	Langfristziel zum Gesundheitsschutz	8 h	120 µg/m ³	-	--
	Zielwert zum Vegetationsschutz	AOT40 Mai-Juli	18.000 µg/m ³ h	-	1.1.2010
	Langfristziel zum Vegetationsschutz	AOT40 Mai-Juni	6.000 µg/m ³ h	-	2020
	Informationsschwelle Alarmschwelle	1 h 1 h	180 µg/m ³ 240 µg/m ³	-	- -

^a Ausnahme in der unmittelbaren Nachbarschaft von bestimmten Industriestandorten, die der Kommission mitgeteilt werden müssen.

^b Ausnahmeregelung kann bei der Kommission für Gebiete beantragt werden, wo infolge standortspezifischer Faktoren die Einhaltung des Grenzwertes zu schwerwiegenden Problemen führt.

Tab. I.2.1 EU-weite Immissionsgrenzwerte und Schwellenwerte zur Luftqualität

§ 45 BImSchG formuliert die grundlegende Verpflichtung, Maßnahmen zu ergreifen, um die Einhaltung der Grenzwerte sicherzustellen. Diese Verpflichtung umfasst sowohl den Fall,

- (i) dass vor dem Einhaltungstermin Überschreitungen der Grenzwerte vorkommen und deshalb Maßnahmen zur rechtzeitigen Minderung der Schadstoffbelastung unter das Niveau der Grenzwerte notwendig sind

(ii) dass **nach** dem Einhaltungstermin die Grenzwerte weiterhin eingehalten werden und zu diesem Zweck Maßnahmen erforderlich sind.

Der Fall (i) wird in Artikel 8 der Rahmenrichtlinie weiter untergliedert, in dem für Situationen, in denen die aktuelle Schadstoffbelastung erheblich über den Grenzwerten liegt, besondere Anforderungen an die Art und Intensität der Maßnahmenplanung und die Berichterstattung an die Kommission gestellt werden. Zu diesem Zweck wurden für die meisten Grenzwerte so genannte Toleranzmargen festgelegt, die – ausgehend von einem Niveau von 50-100 % oberhalb des Grenzwertes - Jahr für Jahr abnehmen und zum Einhaltungstermin des Grenzwertes Null erreichen. Die Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge zeichnet eine linear abnehmende Trendkurve der Belastung, die beispielsweise für den Jahresgrenzwert von Stickstoffdioxid, ausgehend in 2002 von 56 µg/m³, in Schritten von 2 µg/m³ pro Jahr in 2010 das Niveau des Grenzwertes von 40 µg/m³ erreicht.

Die Abb. I.2.1 verdeutlicht die allmähliche Abnahme der Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge und die dadurch ausgelösten unterschiedlichen Anforderungen zur rechtzeitigen Einhaltung der Grenzwerte.

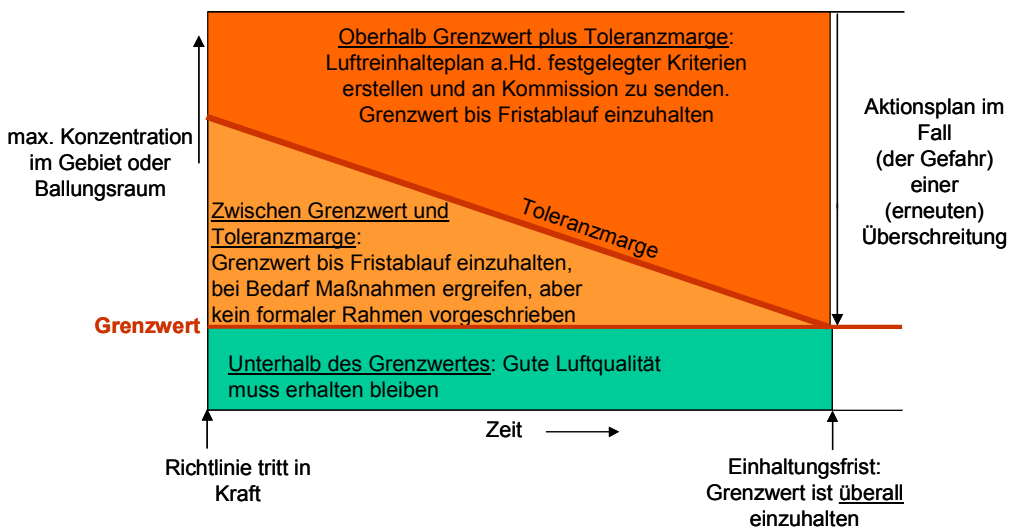


Abb. I.2.1 Schematische Darstellung der Verpflichtungen zur Luftreinhalteplanung in Bezug auf die Grenzwerte und Toleranzmargen

Die Anforderungen richten sich nach der höchsten gemessenen Luftbelastung in einem Gebiet oder Ballungsraum, das bzw. der von den Ländern zum Zwecke der Beurteilung der Luftqualität und der Maßnahmenplanung festgelegt wurde.

Berlin gilt nach § 1 der 22. BImSchV als Ballungsraum, für den die Luftqualität jährlich beurteilt und gegebenenfalls Maßnahmen zur Einhaltung der Grenzwerte ergriffen werden müssen. Als Plangebiet für die mögliche Aufstellung eines Luftreinhalteplanes wurde das ganze Stadtgebiet festgelegt. Wie in Kapitel II noch ausführlich beschrieben wird, treten Grenzwertüberschreitungen überall im Stadtgebiet insbesondere an Hauptverkehrsstraßen auf. Daher macht eine Beschränkung des Plangebietes auf Teile des Stadtgebietes oder die Aufteilung in mehrere Plangebiete keinen Sinn.

Nach Abb. I.2.1 sind für die Maßnahmenplanung in Berlin folgende drei Situationen relevant:

- a) Liegt die maximale Luftbelastung an keiner Messstelle im Stadtgebiet oberhalb des Grenzwertes, sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich. Es ist aber sicherzustellen, dass die Luftbelastung nicht über das Niveau des Grenzwertes steigt.

Infolge der Maßnahmen des vorangegangenen Luftreinhalteplanes wurden die Grenzwerte für Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und Blei schon weit vor 2002, dem ersten Jahr der Beurteilung der Luftqualität nach den neuen Grenzwerten der 1. Tochterrichtlinie, eingehalten. Auch die Stickoxid- und Schwefeldioxidgrenzwerte zum Schutz der Vegetation und von Ökosystemen sowie der Kurzzeitgrenzwert für Stickstoffdioxid werden nicht mehr überschritten. Seit 2003 liegt auch die Benzolbelastung an allen Hauptverkehrsstraßen unter dem Grenzwert der 2. Tochterrichtlinie.

- b) Liegt irgendwo im Stadtgebiet die maximale Luftbelastung über dem Grenzwert, aber gleichzeitig unterhalb der Summe aus Grenzwert plus Toleranzmarge, ist zu beurteilen, ob der Trend der Luftbelastung durch bereits eingeleitete Maßnahmen ausreichend schnell nach unten geht, damit zukünftig die Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge nicht überschritten und schließlich der Grenzwert fristgerecht eingehalten wird. Falls notwendig, müssen zusätzliche Minderungsmaßnahmen ergriffen werden, um die fristgerechte Einhaltung der Grenzwerte zu ermöglichen (vgl. § 45 (Abs. 1) BImSchG). Ein formaler Prozess oder planerischer Rahmen ist dafür nicht gefordert.
- c) Liegt irgendwo in Berlin die maximale Luftbelastung über der Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge, muss innerhalb von zwei Jahren ein Luftreinhalteplan aufgestellt werden (vgl. § 47 (Abs. 1) BImSchG). Im ersten Beurteilungsjahr 2002 traf dies für den als Jahresmittel definierten Grenzwert für Stickstoffdioxid und für den 24 h-Grenzwert für Feinstaub (PM10) zu.

Bei der Beurteilung der Überschreitung von Grenzwerten sind alle Messstellen einzubeziehen. Dies schließt Messungen an Belastungsschwerpunkten, sog. "hot-spots" (beispielsweise an verkehrsnahen Standorten), wo Menschen sich aufhalten und hohen Schadstoffkonzentrationen ausgesetzt sind, ausdrücklich ein (vgl. 22. BImSchV, Anlage 2) sowie die ergänzende Anwendung von Modellrechnungen (vgl. 22. BImSchV, § 9 Abs.1). Daraus folgt im Umkehrschluss, dass der Luftreinhalteplan daraufhin ausgelegt werden muss, dass die Einhaltung der Grenzwerte auch an all diesen Brennpunkten gewährleistet ist [I.9].

Anhang IV der Luftqualitätsrahmenrichtlinie, bzw. die fast wortgleiche Anlage 6 zur 22. BImSchV stellt spezielle inhaltliche Anforderungen an einen Luftreinhalteplan. Neben der Beschreibung der Bereiche, in denen Grenzwertüberschreitungen auftreten, müssen Angaben zum Ursprung der Luftverschmutzung und zur Ursache der Grenzwertüberschreitungen gemacht werden. Ein zusätzlicher Zwang zu einer gründlichen Analyse der Quellen und ihrer Anteile an der Luftverschmutzung erwächst aus der besonderen Verpflichtung zur verursachergerechten Maßnahmenplanung, die der Gesetzgeber bei der 7. Novelle des BImSchG in § 47 Abs. 4 formuliert hat. Sie fordert die ausgewogene Verteilung der Maßnahmen auf die verschiedenen Emittentengruppen, entsprechend ihres Anteils an der Immissionsbelastung. Die Ergebnisse der Ursachen- und Quellanalyse werden in Kapitel II.3 ausführlich dargestellt.

Schwerpunkt der nach Anlage 6 der 22. BImSchV obligatorischen Struktur eines Luftreinhalteplans ist naturgemäß die Beschreibung der Maßnahmen zur Einhaltung der Grenzwerte mit Angabe eines Zeitplans für ihre Umsetzung und der daraufhin zu erwartenden Verbesserung der Luftqualität. Dabei wird unterschieden zwischen

- Maßnahmen, die sich aufgrund bereits existierender Rechtsvorschriften in der Umsetzung befinden oder schon umgesetzt sind – also einer Art Trendszenario und
- zusätzlich geplanten Maßnahmen, falls die bereits eingeleiteten Maßnahmen des Trendszenarios für die Einhaltung der Grenzwerte nicht ausreichen.

Kapitel III.1.1 beschreibt den Umfang, Art und Wirkung der bereits eingeleiteten Maßnahmen. Dabei wird insbesondere auf die zukünftige Entwicklung der großräumigen Luftbelastung eingegangen. Die Ergebnisse der Szenarienrechnung münden in der Schlussfolgerung, dass in Berlin zur Einhaltung der Grenzwerte zusätzliche Maßnahmen notwendig sind. Sie werden in Kapitel III.2 genauer beschrieben und die dadurch erzielbare Verbesserung der Luftqualität abgeschätzt.

Wie später noch ausführlich dargestellt, ist bezüglich der Einhaltung des 24 h-Grenzwerts für PM10 festzustellen, dass trotz zusätzlicher Maßnahmen eine große Gefahr besteht, dass dieser Grenzwert nach Ablauf der Einhaltungsfrist im Jahr 2005 weiterhin überschritten wird. In diesem Fall ist nach § 47 Abs. 2 ein Aktionsplan aufzustellen, der kurzfristig zu ergreifende Maßnahmen vorsieht, um die Gefahr von Grenzwertüberschreitungen zu verringern oder den Zeitraum, in dem diese tatsächlich überschritten sind, zu verkürzen.

Ein Aktionsplan kann auch Teil eines Luftreinhalteplans sein. Da die Gefahr einer Grenzwertüberschreitung im Einhaltungsjahr 2005 unmittelbar bevorsteht, wird der Aktionsplan für PM10 als Bestandteil des Luftreinhalteplans vorgelegt.

Bezüglich der in einem solchen Aktionsplan möglichen „kurzfristig zu ergreifenden Maßnahmen“ zur Abwehr von (drohenden) Grenzwertüberschreitungen ist festzuhalten, dass alle Grenzwerte – mit Ausnahme von Kohlenmonoxid (CO) – über einen längeren Zeitraum, nämlich als Jahresmittel

oder Jahresperzentile definiert sind. Demnach machen kurzzeitige Maßnahmen wie z.B. Smogalarm, als Reaktion auf Überschreitungen der Grenzwerte, die über ein Jahr definiert sind, wenig Sinn. Aktionspläne zur Vermeidung von Grenzwertüberschreitungen werden also Maßnahmen umfassen, die länger andauern (mitunter ein Jahr oder länger) und die meist im darauf folgenden Jahr nach einer zu erwartenden Überschreitung im Vorjahr ergriffen werden.

Nach Rechtsmeinung [I.10] verlangt das Gesetz im Fall einer dauerhaft schlechten Luftqualität mit Grenzwertüberschreitungen nach Ablauf der Einhaltungsfrist, dass in einem Aktionsplan geeignete Maßnahmen zur Vermeidung oder, wenn dies nicht möglich ist, wenigstens zur Verminderung der Grenzwertüberschreitungen getroffen werden. Eine absolute Einhaltung der Grenzwerte wird also nicht verlangt.

In Anbetracht der mangelnden Effektivität von Kurzzeitmaßnahmen zur Bekämpfung von PM10 Tageswertüberschreitungen, auf die Kapitel II.2 ausführlich eingeht, werden im Rahmen des Aktionsplans vorwiegend dauerhaft wirkende Maßnahmen vorgeschlagen, die zu einer generellen Minderung der PM10-Belastung führen und damit auch Überschreitungen des 24h-Grenzwertes reduzieren.

Der Verzicht auf kurzzeitige Aktionen zugunsten mittel- und langfristig wirkender Maßnahmen zur Minderung der PM10-Belastung wird auch durch die von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) im Auftrag der Europäischen Kommission vorgenommenen Bewertung des Stands der Wirkungsforschung zu Feinstaub [I.11] [I.12] gestützt. Danach kann eine Konzentrationsschwelle für PM10, unterhalb der gesundheitliche Schäden ausgeschlossen werden können, nicht identifiziert werden. Hinsichtlich des gesundheitlichen Nutzens ist eine dauerhafte Minderung der PM10-Belastung einer auf die Bekämpfung kurzzeitiger Konzentrationsspitzen ausgerichteten begrenzt wirksamen Maßnahmenstrategie vorzuziehen.

Mit Verweis auf die mögliche Zusammenfassung von Luftreinhalte- und Aktionsplänen nach § 47 Abs. 2 BImSchG wird auf eine formale Unterscheidung zwischen Maßnahmen im Aktionsplan und solchen im Luftreinhalteplan verzichtet. Allerdings besteht zumindest für Maßnahmen gegen Überschreitungen der Feinstaubgrenzwerte in der Zeit nach 2005 die Notwendigkeit, die Umsetzung möglichst kurzfristig einzuleiten. Auf die praktischen Möglichkeiten und Grenzen dieser aus § 47 Abs. 2 BImSchG resultierenden Verpflichtung, wird in Kapitel III bei der Beschreibung der geplanten Maßnahmen eingegangen.

II Die Luftqualität in Berlin – Situation, Probleme, Ursachen

II.1 Hintergrundinformationen

In diesem Kapitel werden grundlegende Informationen und Rahmenbedingungen des hier vorgelegten Luftreinhalteplan dargestellt. Dazu gehört zunächst eine Beschreibung des Berliner Stadtgebietes sowie der für die Luftschadstoffbelastung relevanten orografischen und meteorologischen Verhältnisse. Der Bedeutung des Verkehrs für die Feinstaub(PM10)- und Stickstoffdioxidbelastung Rechnung tragend, wird anschließend in Kap. II.1.3 die Entwicklung der Raum- und Verkehrsinfrastruktur und der Verkehrsnachfrage in Berlin, wie sie durch den StEP (Stadtentwicklungsplan) Verkehr [II.1] vorgezeichnet ist, skizziert. Der nachfolgende Abschnitt II.1.4 beschreibt die räumliche und sektorspezifische Verteilung der Schadstoffemissionen, die für die Immissionsbelastung durch Feinstaub (PM10) und Stickstoffdioxid in Berlin relevant sind. Der letzte Abschnitt erläutert Art und den Umfang der Messaktivitäten, mit deren Hilfe die Luftqualität in Berlin überwacht und beurteilt wird.

II.1.1 Beschreibung der orografischen und meteorologischen Verhältnisse

Berlin liegt auf 52 Grad 30' nördlicher Breite und 13 Grad 30' östlicher Länge inmitten des Norddeutschen Tieflandes, etwa 160 bis 220 km südlich der Ostseeküste und in gleichem Abstand nördlich des sächsisch-thüringischen Mittelgebirgsrandes.

Orografie

Im Zuge des Warschau-Berliner Urstromtals durchzieht das Spreetal das Stadtgebiet von Südosten nach Nordwesten. Das sehr flache Tal hat an den Stadträndern eine Breite von etwa 10 km, zur Innenstadt hin verengt es sich auf etwa 4 km. Sein mittleres Niveau liegt bei 35 m über NN. Vom Spreetal ausgehend steigt das Gelände des Barnim nach Nordosten hin zunächst schnell auf etwa 50 m und dann sehr sanft bis zum Stadtrand auf eine Höhe von 60 bis 70 m an. Nach Südwesten gibt es einen ähnlich schnellen Anstieg aus dem Tal auf bis zu 50 m.

Dahinter erstreckt sich die Teltowhochfläche in einer mittleren Höhe von 45 m bis zum südlichen Stadtrand. Im Westen der Stadt erheben sich die Havelberge bis zu einer Höhe von 97 m. Die höchsten natürlichen Erhebungen im Berliner Stadtgebiet sind die im Südosten gelegenen Müggelberge. Sie weisen eine Höhe von maximal 115 m auf und stehen als Inselberge inmitten des Urstromtales. Weiterhin ist eine Anzahl von künstlichen Erhebungen vorhanden. So entstanden durch Ablagerungen von Bauschutt und Trümmern die Erhebungen im Volkspark Friedrichshain und im Volkspark Prenzlauer Berg, die Hellersdorfer Berge und der Teufelsberg (115 m).

Klima und meteorologische Verhältnisse

Größe, Besiedlungsdichte, industrielle Aktivität, Verkehrsstärke und die klimatisch zu erwartenden Tiefsttemperaturen bestimmen das Emissionspotential eines Ballungsgebietes. Der Jahresgang der Temperatur bestimmt die Dauer der Heizperiode und damit auch die Emissionsmengen aus Feuerungsanlagen. Die Abgase gelangen über Schornsteine sowie aus Auspuffrohren von Kraftfahrzeugen in die Atmosphäre und werden in ihr verdünnt.

Der Grad der Verdünnung wird durch den Wetterablauf bestimmt. Die Windgeschwindigkeit und die Temperaturschichtung der unteren Atmosphäre wirken sich auf den Abtransport und die Verdünnung der Schadstoffe aus. Liegt beispielsweise warme über kalter Luft – Temperaturinversion genannt - ist der vertikale Austausch der Luft, und damit der Abtransport der meist in Bodennähe emittierten Schadstoffe, stark eingeschränkt. Diese Situation tritt im Winter auch tagsüber häufig auf, während im Sommer die Sonneneinstrahlung am Tage den Erdboden und die bodennahe Luftschicht schnell erwärmt und für einen guten vertikalen Austausch der Luftschadstoffe sorgt.

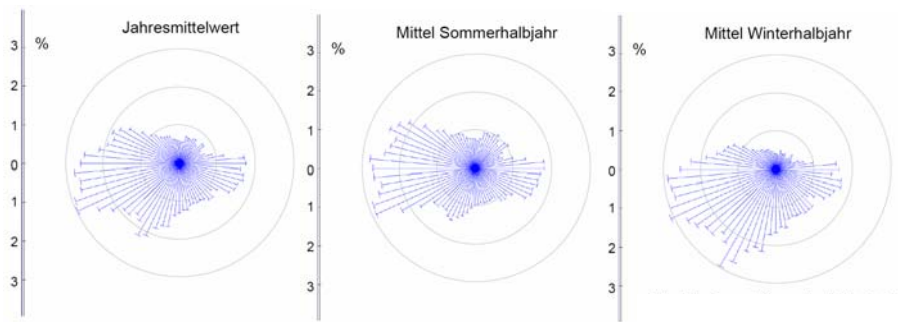


Abb. II.1.1 Langjährige (1988-2003) mittlere Verteilung der Windrichtung an der Station Grunewald im Jahresmittel sowie im Sommer- und Winterhalbjahr

Die Windrichtung beeinflusst die lokale Belastung der Luft durch einzelne Schadstoffquellen. Sie bestimmt darüber hinaus, wie stark die in den Berliner Ballungsraum einströmende Luft mit Schadstoffen vorbelastet ist. Die mittlere Belastung und das Auftreten von Spitzenkonzentrationen werden dementsprechend zu einem wesentlichen Teil durch das Klima und die Witterungsverhältnisse in Berlin bestimmt.

Berlin liegt im Übergangsbereich zwischen kontinental und mehr ozeanisch geprägtem Klima. Die relativen Anteile der Prägung können in erster Näherung aus den Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen (Abb. II.1.2) abgeleitet werden.

- West- bis Nordwestwind entsprechen der ozeanischen Komponente,
- Ost- bis Südwestwind entsprechen der kontinentalen Komponente.

Im Winter macht sich stärker der kontinentale Einfluss durch Einwirkung von osteuropäischen Hochdruckgebieten bemerkbar, in denen sich häufig Temperaturinversionen bilden. Dies ist in Abb. II.1.1 an der größeren Häufigkeit südwestlicher bis südöstlicher Windrichtungen im Winter und in Abb. II.1.2 daran zu erkennen, dass Temperaturinversionen vor allem bei südlichen und südöstlichen Windrichtungen auftreten.

Dies hat zur Folge, dass im Winter häufig erhöhte Konzentrationen gemessen werden, da der vertikale Austausch von Luftschadstoffen behindert ist und oft von Süden und Südosten Luft herangeführt wird, die bereits mit Schadstoffen vorbelastet ist.



Abb. II.1.2 Häufigkeit von Temperaturinversionen in Abhängigkeit von der Windrichtung

Der Sommer wird dagegen stärker durch die ozeanische Komponente geprägt. Es dringt häufiger Meeresluft nach Berlin vor, die nur kurze Wege über das Festland zurückgelegt hat und die durch Erwärmung vom Erdboden her vertikal durchmischt ist. Dadurch ist die Konzentration der lokal geprägten Schadstoffe, wie Benzol und Stickstoffdioxid, im Sommer meistens geringer als im Winter.

Ausnahmen sind Ozon, das sich bei intensiver Sonneneinstrahlung aus bestimmten Vorläufersubstanzen bildet und Feinstaub (PM10), der bei Trockenheit im Sommer länger in der Luft verbleibt und verstärkt aufgewirbelt wird. Bedingt durch den Klimawandel nehmen trockene Perioden im Sommer zu. Eine Fortsetzung dieses Trends würde das Auftreten von Perioden mit erhöhten Feinstaubkonzentrationen begünstigen.

Einige Daten zur Beschreibung des Klimas von Berlin sind in der Tab. II.1.1 zusammengestellt.

Temperatur

Als Maß für die Auslegung von Heizanlagen und für die Wärmedämmung von Gebäuden wird für Berlin eine minimale Tagesmitteltemperatur von – 15 °C zugrunde gelegt. Tiefere Werte treten selten auf.

Aus Daten der Gasversorgung in Berlin ist ablesbar, dass ab Tagesmitteltemperaturen von weniger als +14 °C geheizt wird. Demnach beginnt die Heizperiode etwa Mitte September und endet Anfang Mai. Sie dauert etwa 230 Tage.

	Jan.	Febr.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Lufttemperatur (°C in 2 m Höhe ü.Gr.)													
Mittleres Monatsmittel (1971-1990)	0,5	1,2	4,6	8,7	13,9	16,5	18,4	17,8	13,6	9,1	4,4	1,8	9,2
Höchstes Monatsmittel	5,0	6,2	8,0	11,9	16,8	21,0	22,8	21,6	18,0	12,4	8,0	5,2	10,5
Mittleres Tagesmaximum	1,8	3,5	7,9	13,1	18,6	21,8	23,1	22,8	18,7	13,3	7,0	3,2	12,9
Tiefstes Monatsmittel	-9,6	-10,5	-0,3	4,8	10,5	11,9	15,1	14,9	10,0	5,1	-0,6	-5,4	7,0
Mittlere Tagesminimum	-2,9	-2,2	0,5	3,9	8,2	11,4	12,9	12,4	9,4	5,9	2,1	-1,1	5,1
Heiße Tage (Max. ≥ 30°C)	0	0	0	0,1	0,2	1,2	2,5	1,6	0,1	0	0	0	5,6
Sommertage (Max. ≥ 25 °C)	0	0	0,0	0,4	3,3	7,8	10.	9,1	2,1	0,1	0	0	33,1
Frosttage (Min. <0,0 °C)	19,9	17,6	12,6	3,4	0,2	0	0	0	0	1,3	8,4	17,0	80,3
Eistage (Max. < 0,0 °C)	9,2	5,9	1,3	0	0	0	0	0	0	0	1,3	7,2	24,8
Mittlere Kältesumme	66,6	38,7	10,3	0,1	0	0	0	0	0	0	6,5	40,4	162,6
Mittlere Heizgradsumme	637,6	552,6	504,3	351,5	129,3	28,8	5,3	3,4	75,0	329,3	470,3	590,0	3677,4
Bewölkung													
Mittlere Bewölkung (in Achteln)	6,0	5,6	5,3	5,0	4,7	4,8	4,8	4,5	4,7	5,2	6,0	6,2	5,3
Mittlere Bewölkung (in %)	75	70	67	63	59	60	60	56	59	65	76	78	66
Sonnenschein													
Mittlere Summe (Std.)	45,4	72,3	122,1	157,7	221,6	220,9	218,0	210,2	156,3	110,8	52,4	37,4	1624,8
in % vom astronomisch möglichen	17,7	26,2	33,3	37,9	45,5	44,0	43,2	46,2	41,0	33,5	19,8	15,6	36,3
Luftfeuchtigkeit													
Mittlere relative Feuchtigkeit (%)	85	82	75	69	67	69	70	73	80	83	85	86	77
Niederschlag													
Mittlere Summe (l/m ²)	43,2	36,6	37,5	42,2	55,3	70,7	53,1	65,3	45,5	35,8	49,5	54,5	589,2
Zahl der Tage mit ≥ 0,1 l/m ² Niederschlag	17,8	14,3	15,5	14,2	14,0	14,9	13,9	13,4	14,4	14,3	17,0	18,2	181,9
Tage mit Schneedecke ≥ 1 cm	15,3	10,8	5,0	0,3	0	0	0	0	0	0	2,2	8,2	41,8
Tage mit Nebel	5,3	4,2	1,6	1,0	0,6	0,3	0,3	1,0	1,8	5,9	5,4	4,9	32,3

Tab. II.1.1 Klimadaten in Berlin (Institut für Meteorologie der Freien Universität Berlin, 2004, wenn nicht anders vermerkt, beziehen sich die Mittelwerte auf die Referenzperiode 1961-90).

Eine klimatologische Kenngröße für die Intensität des Heizenergieverbrauchs bildet die Heizgradsumme, die aus dem Temperaturverlauf eines jeden Tages abgeleitet wird (siehe Tab. II.1.1).

Windgeschwindigkeit

Die Windgeschwindigkeit beschreibt die Strömungsgeschwindigkeit der Atmosphäre und die Kapazität der Atmosphäre, die emittierten Schadstoffmengen horizontal zu verdünnen. Für die in Kapitel II.2 und III erwähnten Modellrechnungen zur Simulation der räumlichen Verteilung der Luftbelastung wird zur Beschreibung der klimatischen Verhältnisse in Berlin die Messstelle Grunewald des Berliner Luftgüte-Messnetzes verwendet, die in 27 m Höhe über dem Boden und in 10 m Höhe über den Baumwipfeln angeordnet ist.

Diese Station wurde ausgewählt, weil aufgrund der gleichmäßigen Struktur des Baumbestandes um die Messstelle herum die Windmessung nicht durch Hindernisse beeinflusst wird. Darüber hinaus repräsentiert sie die Rauigkeitsverhältnisse in der Stadt mit zahlreichen Bäumen und

Gebäuden sehr viel besser als die beiden Messstellen des Deutschen Wetterdienstes auf dem Flughafen Tempelhof und Tegel, wo um etwa 1,5 m/s höhere Windgeschwindigkeiten gemessen werden.

Die Windgeschwindigkeiten an der Station Grunewald sind in den Sommermonaten mit 2,3 m/s am geringsten; ab September steigen die Werte an und erreichen ihr Maximum von 3,1 m/s im Februar. Mit einem Anteil von ca. 40 % sind Windgeschwindigkeiten von 2 bis 3 m/s am häufigsten. Windgeschwindigkeiten von weniger als 1,5 m/s, die für die Ausbreitung von Schadstoffen ungünstig sind, werden mit einem Anteil von 15 % registriert. Besonders geringe Windgeschwindigkeiten, die von den Messgeräten als Windstille erfasst werden, treten nur etwa in 1 bis 2 % aller Fälle auf. Im Winter ist die Häufigkeitsverteilung insgesamt zu höheren Werten hin verschoben.

Windrichtung

Die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen sind für das Jahr, die drei Wintermonate Dezember bis Februar und den Sommerzeitraum von Juni bis August in Abb. II.1.1 dargestellt. Demnach wird in Berlin am häufigsten Nordwest- bis Südwestwind beobachtet. Nord- bis Nordostwind kommt am seltensten vor. Ein zweites Maximum der Häufigkeit tritt bei Windrichtungen zwischen Südost und Ost auf.

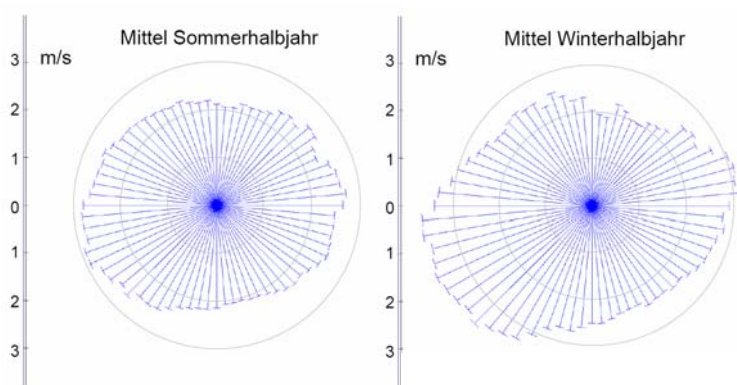


Abb. II.1.3 Verteilung der Windgeschwindigkeit mit der Windrichtung an der Station Grunewald (Mittel 1988-2003) im Sommer- und Winterhalbjahr

Abb. II.1.3 zeigt die Verteilung zwischen Windgeschwindigkeit und Windrichtung an derselben Station. Die häufig auftretenden Nordwest- und Südwestwinde sind insbesondere im Winter mit höheren Windgeschwindigkeiten gekoppelt. Sie transportieren meist maritim geprägte, gut durchmischte und relativ saubere Luftmassen in den Berliner Raum. Bei Windrichtungen zwischen Süd und Ost sind im Winter eher niedrige Windgeschwindigkeiten vorherrschend, die zudem durch häufige Hochdruckwetterlagen mit Temperaturinversionen und die Zufuhr kontinentaler Luftmassen charakterisiert sind. Bedingt durch die schlechteren vertikalen Austauschbedingungen und die Anreicherung von Schadstoffen in kontinentalen Luftmassen besteht bei Windrichtungen aus Süd bis Ost eine höhere Wahrscheinlichkeit für eine erhöhte Vorbelastung der Luft, insbesondere mit Feinstaub (PM10). Darauf wird in Kapitel II.2 ausführlicher eingegangen.

Der Zusammenhang zwischen südöstlicher Windströmung und erhöhter Vorbelastung der Luft besteht trotz der gleichmäßigeren Windgeschwindigkeitsverteilung und der geringeren Inversionshäufigkeit in abgeschwächter Form auch im Sommer. Windrichtungen aus dem Südostsektor korrespondieren oft mit trockenen Wetterperioden, in denen die Staubaufwirbelung und die Verweildauer der Feinstaubpartikel in der Atmosphäre erhöht sind.

Stabilität der atmosphärischen Schichtung und Inversionen

Temperaturinversionen entstehen durch nächtliche Ausstrahlung, besonders über weiten Schneeflächen (Strahlungsinversionen), durch Überschiebung von Warmluft über kalte Luft (Aufgleitinversionen) und durch dynamisches Absinken der Luft im Bereich von Hochdruckgebieten. Wenn alle drei Effekte gleichzeitig wirksam sind, können Inversionen mit bis zu 1.000 m Mächtigkeit und bis zu 20 Grad Temperaturzunahme entstehen.

Die Höhe der Untergrenze der Inversion weist in Gebieten ohne Nebelbildung und mit klarem Himmel einen starken Tagesgang auf, der sich auch in den Tagesgängen der Luftbelastung bemerkbar macht.

Für die Ausbreitung der Luftschadstoffe sind Inversionen, deren Untergrenze auch am Mittag noch unterhalb 700 m Höhe liegt, besonders ungünstig. Mehr als 50 % der für das Zustandekommen erhöhter Immissionsbelastung relevanten, tagsüber anhaltenden Inversionen treten in Berlin im Windrichtungssektor 135 bis 225 Grad (Südost bis Südwest) und etwa 85 % im Sektor 75 Grad (ONO) bis 225 Grad (WSW) auf (Abb. II.1.2). Im Jahresverlauf werden diese Inversionen praktisch nur im Winter festgestellt.

II.1.2 Flächennutzung

Eine weitere Rahmenbedingung für die Luftreinhalteplanung ist die Flächennutzung. Sie prägt das städtische Klima und ist damit für die Ausbreitung der Luftschadstoffe (mit-)bestimmend. Die Verteilung von Wohn-, Gewerbe-, Verkehrs- und Grünflächen ist ausschlaggebend für die Lage der Schadstoffemissionsquellen und die Anzahl der durch die Luftschadstoffe belasteten Menschen. Die Abb. II.1.4 stellt die Flächennutzung in Berlin dar.

Berlin ist das größte zusammenhängend bebaute Ballungsgebiet in der Bundesrepublik Deutschland. Das Stadtgebiet von Berlin umfasst eine Fläche von 891 km², der Berlin umgebende engere Verflechtungsraum eine Fläche von 4478 km². Die Einwohnerzahl Berlins hat sich nach leichten Verlusten in den Jahren 1994-2000 bei derzeit 3,39 Mio. Einwohnern stabilisiert. Im engeren Verflechtungsraum leben noch mal knapp eine Million Menschen.

Für die Luftreinhalteplanung sind insbesondere zwei strukturelle Merkmale Berlins von Bedeutung. Dies ist zum einen die gewachsene Stadtstruktur Berlins, die durch die räumliche Nähe und Durchmischung von Wohnen und Gewerbe gekennzeichnet ist, und zum anderen die Größe und Dichte der Berliner Innenstadt.

In der Innenstadt befinden sich die Grünflächen des Tiergartens, die von einem Gürtel geschlossener Bebauung umgeben sind. Rund 1,1 Mio. Einwohner leben hier auf einer Fläche von etwa 120 km². Weitere Zentrumsbereiche sind die bezirklichen Zentren, wie z.B. Spandau, Tegel, Pankow, Köpenick und Zehlendorf. 358 km² des Stadtgebietes sind Gebäudeflächen, inklusive der zugehörigen Freiflächen. Davon werden 11 % als gewerbliche und industrielle Bauflächen genutzt (4,8 % des gesamten Stadtgebietes). Diese Flächen konzentrieren sich auf wenige Standorte und mehrere kleinere Gebiete.

Der Anteil der Verkehrsflächen (Straßen, Wegeland und Bahngelände) an der Gesamtfläche liegt im Stadtgebiet mit 137 km² bei gut 15 %. Das trotz des guten Angebotes an öffentlichen Nahverkehrsmitteln hohe Verkehrsaufkommen des motorisierten Individualverkehrs führt vor allem im Innenstadtbereich, an den Stadtautobahnen und an den radialen Straßenzügen zu erheblichen Luft- und Lärmbelastungen. Davon sind auch Wohnbaustandorte und Erholungsgebiete betroffen.

Die größten zusammenhängenden Industrie- und Gewerbegebiete liegen im Bereich Spandau / Siemensstadt / Tiergarten entlang der Havel, der Spree und des Westhafens, westlich des Eisenbahnaußenringes zwischen S-Bahnhof Hohenschönhausen und dem Biesdorfer Kreuz sowie in Lichtenberg südlich der Landsberger Allee im Bereich der Herzbergstraße. Weitere größere Industriegebiete befinden sich im Bereich Tegel / Borsigwalde / Reinickendorf entlang der S-Bahn-Strecke in Richtung Lichtenrade. Kleinere gewerblich genutzte Flächen sowie Flächen für kommunale Versorgungsbetriebe befinden sich verstreut im gesamten Stadtgebiet.

Seit 1990 erleben die Stadt und ihr engerer Verflechtungsraum mit Brandenburg erhebliche Veränderungen ihrer räumlichen Strukturen: Die Verteilungen von Bevölkerung, Betrieben und Arbeitsplätzen, wichtigen Orten des Einkaufs und der Freizeitaktivitäten bilden sich, insbesondere im Ostteil der Stadt und im Umland neu heraus. Die Veränderungsdynamik hält unter Abschwächung an.

Eine Auswahl relevanter Strukturdaten aus den Jahren 1990 und 2003 enthält Tab. II.1.2.

	1990	2003	1990/2003
Bevölkerung (Personen)			
Berlin	3.434.000	3.388.000 ⁵⁾	-46.000
Umland	787.000	980.000 ⁵⁾	+193.000
<i>Engerer Verflechtungsraum insgesamt</i>	<i>4.221.000</i>	<i>4.368.000</i>	<i>+147.000</i>
Erwerbstätige in Berlin (Personen)³⁾			
Produzierendes Gewerbe	470.000	235.900	-234.100
Verarbeitendes Gewerbe	310.000	140.700	-169.300
Dienstleistungsbereiche	1.180.000	1.271.500	+91.500
<i>Berlin insgesamt</i>	<i>1.660.000</i>	<i>1.514.000</i>	<i>-146.000</i>
Büroflächen (BGF in qm)⁴⁾ in Berlin	11.000.000	18.000.000	+7.000.000
Verkaufsflächen (VKF in qm) in Berlin	2.280.000	4.160.000	+1.880.000
Wohnungen in Berlin	1.713.000 ⁵⁾	1.876.000	+163.000

Quellen: Statistisches Landesamt Berlin 2004; Landesbetrieb für Datenverarbeitung und Statistik Land Brandenburg 2004; Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, IA

¹⁾ Bevölkerungsstand in Berlin Ende Dezember 2003

²⁾ Vorläufiges Ergebnis — Bevölkerung der Gemeinden des engeren Verflechtungsraumes Brandenburg—Berlin Ende Dezember 2003

³⁾ Erwerbstätige am Arbeitsort nach Wirtschaftsbereichen 1991-2003 (Vorläufige Ergebnisse des Arbeitskreises "Erwerbstätigenrechnung des Bundes und der Länder" und des Statistischen Landesamtes Berlin, Stand: Juni 2004)

⁴⁾ Angaben 2000 und 2001 geschätzt, letzte statistische Erhebung 1998

⁵⁾ Angaben gerundet

Tab. II.1.2 Entwicklung relevanter Strukturdaten 1990 – 2003

Treibende Kraft der Raumstrukturentwicklung war einerseits der massive wirtschaftliche Strukturwandel. Seine Folgen sind ein in den Teilräumen der Stadt unterschiedlich ausgeprägter Arbeitsplatzabbau mit den größten Verlusten in den östlichen Bezirken, großräumig-funktionale Entmischungen, insbesondere Randwanderungen und Auslagerungen von Betrieben (z. B. der Logistikbranche), unterstützt durch Konzentrationsprozesse im Einzelhandel und bei Freizeiteinrichtungen (insbesondere Großkinos). Gemeinsame Folge dieser Entwicklungen ist eine verstärkte Verkehrserzeugung.

Die Schwerpunkte des Büroflächenbaus liegen ganz überwiegend in der Innenstadt. Insgesamt wurden von 1990 bis 2003 rund 7 Mio. Quadratmeter Bürofläche fertiggestellt, dies entspricht Büros für etwa 280.000 Arbeitsplätze.

Die Veränderung der Raumordnungsstruktur wurde darüber hinaus durch den Wohnungsbau vorangetrieben (+ rd. 160.000 Wohneinheiten in Berlin). Dieser erfolgte mit Schwerpunkten in der äußeren Stadt, auch und insbesondere in Räumen mit bereits vorhandener Arbeitsplatz-Unterausstattung sowie im Umland (rd. 120.000 Wohneinheiten). Die Innen-Außen-Umverteilung der Bevölkerung, d. h. auch die Suburbanisierung im Brandenburger Teil des engeren Verflechtungsraums wurde dadurch unterstützt.

Die Gemeinsame Landesplanung hat mit wirksamen Plänen und Instrumenten erst ab Mitte der Neunzigerjahre "gegriffen". Mehrjährige Steuerungsdefizite und nicht ausreichend integrierte Planungskonzepte einerseits sowie suburbanisierungsfördernde steuerliche Anreize andererseits ermöglichten und verstärkten die verkehrserzeugenden raumstrukturellen Entwicklungen.

Das Auseinanderfallen von neu entstandenen Standorten für Arbeitsplätze und für Wohnungen führt zu großräumiger Nutzungsentmischung. Die raumstrukturellen Veränderungen bewirken deutliche Entfernungsvergrößerungen mit der Folge eines erheblichen Verkehrswachstums.

In die selbe Richtung wirkt die drastische Zunahme an Verkaufsflächen, deren Einrichtung mit dem Aufbau erheblicher Parkplatzkapazitäten verbunden ist, auch wenn aufgrund seiner ausgeprägten polyzentralen Struktur Berlin heute beim Einkaufs- und Ausbildungsverkehr noch als eine "Stadt der kurzen Wege" bezeichnet werden kann.

II.1.3.2 Verkehrsinfrastruktur

Im nationalen und internationalen Städtevergleich besitzt Berlin eine hochwertige und leistungsfähige Verkehrsinfrastruktur mit erheblichen Kapazitätsreserven, die durch die Infrastrukturmaßnahmen seit 1990 noch erweitert wurden (siehe Tab. II.1.3).

Dennoch besteht eine Reihe spezifischer Mängel. Die 50-jährige getrennte Entwicklung mit unterschiedlichen Infrastruktur-Ausbaustrategien führte trotz eines gemeinsamen Stadtgrundrisses aus der "Gründerzeit" zu erheblichen Strukturunterschieden zwischen dem Ost- und Westteil der Stadt. Diese konnten durch die Infrastrukturmaßnahmen seit 1990 nicht wesentlich verändert werden.

Städtevergleich 2000/2001	Berlin	Hamburg	München	Budapest	Rom	Wien
Einwohner (Mio.)	3,38	1,71	1,19	1,83	2,81	1,62
Fläche (km ²)	892	755	318	525	1285	415
Einwohnerdichte (EW / km ²)	3800	2265	3742	3486	2187	3904
Motorisierung (Pkw/1000 EW)	328	478	597	300	645	394
Straßennetzlänge (km)*	5377	3947	2297	4242	-	2803
ÖPNV-Netzlänge (km)*	2004	2154	-	1609	-	1101
davon						
Straßenbahn	188	-	71	203	50	233
U-Bahn/Metro	144	98	93	31	37	62
Bus	1267	1842	-	1235	-	623
S-Bahn	252	115	63	-	-	162
Vertaktete Regionalbahn	153	66	-	140	-	21
ÖPNV-Fahrten / EW / Jahr	335	285	-	-	-	430
Modal split (Umweltverbund: MIV)	60 : 40	55 : 45	60 : 40	-	55 : 45	63 : 37
Länge Radwege (Meter Radweg / 1000 EW)*	236	1052	450	71	8	535
Geschwindigkeit Auto (km/h)*	28	28	22	30	18	-
Geschwindigkeit Bus (km/h)*	19	20	20	17	15	-
Parken (Euro / Std.)	1,00**	2,00	2,55	0,50	1,04	2,00

* nur bedingt vergleichbar (unterschiedliche Erhebungsmethoden)

** in Bereichen mit besonders hohem Kurzzeitparkbedarf 2 Euro/Std.

Tab. II.1.3 Vergleich ausgewählter Strukturdaten in europäischen Metropolen [II.1]

Die Infrastrukturentwicklung seit 1990 ist zusammenfassend durch folgende Merkmale charakterisiert: Für die Straßen- und Schieneninfrastrukturen wurden seit 1990 mehr als 10 Mrd. Euro bereitgestellt. Davon 6,5 Mrd. Euro für die Schieneninfrastruktur. Investitionsschwerpunkte bildeten die Wiederinbetriebnahme von stillgelegten bzw. unterbrochenen Netzteilen, Netzverknüpfungen, Modernisierungen sowie wenige, jedoch kostenintensive Erweiterungen (bei Straßen, U-Bahn, S-Bahn und Straßenbahn). Bei der Fernbahn stand vor allem der Neuaufbau im Vordergrund, neben Wiederinbetriebnahme und Modernisierung. Bei der Güterverkehrsinfrastruktur (Wasserstraßen, Häfen, Logistikzentren) erfolgten Modernisierung, Erweiterung und der Bau von Neuanlagen.

Die erheblichen Finanzaufwendungen für infrastrukturelle Verbesserungen konnten die Ost-West-Disparitäten nicht entscheidend verändern.

II.1.3.3 Entwicklung der Verkehrsnachfrage seit 1990

Für die Luftreinhalteplanung sind folgende Kennzahlen des StEP Verkehr zur Entwicklung des Verkehrsaufkommens seit 1990 relevant:

Stadt-Umland-Verkehr

Das Wachstum der Verkehrsnachfrage in Folge der zunehmenden räumlichen Verflechtung und Suburbanisierung erfolgte insbesondere im Verflechtungsraum Berlin-Brandenburg, d. h. in den äußeren Stadträumen Berlins und dem Brandenburger Teil des engeren Verflechtungsraums. Es war dort stärker als im Berliner Stadtgebiet (Binnenverkehr). Zugenommen hat der Stadt-Umland-Verkehr vor allem als Berufs-, Einkaufs- und Freizeitverkehr mit dem Kfz.

Stadtverkehr (Personenverkehr)

Trotz eines geringen Rückganges von Einwohnern und Arbeitsplätzen war eine geringfügige Zunahme der Personenwege auf täglich 11,3 Mio. Wege bzw. Fahrten (werktags) zu erkennen. Die einzelnen Verkehrsmittel wurden dabei in folgendem Verhältnis (modal split 1998 nach Erhebung BVG) genutzt: 40 % MIV, 28 % ÖPNV, 10 % Fahrrad und 22 % Fußwege.

Der motorisierte Individualverkehr zeigte seit 1990 die stärkste absolute Zunahme und damit einen Anstieg des Anteils am modal split.

Der Kfz-Bestand stieg in beiden Teilen der Stadt bis 1995 und liegt seither auf weitgehend konstantem Niveau. Die Motorisierungsrate (ca. 328 Pkw/1000 Einwohner) liegt am unteren Ende des Niveaus westeuropäischer Städte mit vergleichbarer Größe. Sie ist deutlich niedriger als in bundesdeutschen Großstädten, die zudem erheblich höhere Pendlerströme durch den motorisierten Individualverkehr aufweisen. Seit 1995 besteht in der Ost- und Westhälfte der Stadt eine vergleichbare Motorisierung, jedoch ein deutliches Gefälle von über 500 Kfz/1000 Einwohner in den äußeren Stadtgebieten auf teilweise unter 200 Kfz/1000 Einwohner in den Innenstadtbereichen. Fast die Hälfte aller Haushalte in Berlin verfügen über keinen eigenen Pkw.

Die Fahrleistung der Kfz stieg analog zur zunehmenden Motorisierung und der Verlängerung der Wege von 1993 bis 1998 um insgesamt ca. 4 % (Jahresfahrleistung in 1998 ca. 13,6 Mrd. Kfz-km). Die Verkehrsstärken in Gesamt-Berlin nahmen zwischen 1991 und 1998 (Zeitpunkt der letzten Zählung) um etwa 11 % zu. Die Zuwächse fanden vor allem in der ersten Hälfte der 90-er Jahre statt. Der Binnenverkehr zeigte sehr starke Zunahmen allein zwischen der westlichen und östlichen Stadthälfte (+ 58 %), bestimmt vor allem durch die Arbeitswege. Im inneren Stadtraum ("großer Hundekopf") stieg die Fahrleistung geringer (1998 dort ca. 9,37 Mio. Kfz-km/Werktag).

Aktuelle manuelle Zählungen bestätigen, dass der Verkehr in einigen Ausfallstraßen ins Umland zugenommen hat, während im Stadtzentrum ein leichter Rückgang zu verzeichnen ist.

Trotz Kfz-Verkehrszunahme und bekannter Stau-Schwerpunkte erreicht Berlin eine hohe Durchschnittsgeschwindigkeit des Kfz-Verkehrs. Im Vergleich zum ÖPNV besitzt der Verkehr mit dem Pkw einen für Metropolen untypischen Geschwindigkeitsvorteil.

Hohe Auslastungen des Straßennetzes werden überwiegend in Teilen der Innenstadt und auf den radialen Trassen der äußeren Stadtbereiche erreicht. Netzstrukturell bedingte lokale Kapazitätsengpässe sind zudem in Köpenick, Schöneweide, Weißensee, im Raum um das Ostkreuz sowie in Teilen von Steglitz und Spandau festzustellen.

Der Öffentliche Personennahverkehr (S-Bahn, Regionalbahn, U-Bahn, Straßenbahn, Bus) insgesamt verzeichnete nach einem Anstieg bis 1993 von 1993 bis 1997 deutliche Nachfrageverluste und damit einen Rückgang beim modal-split Anteil. Diese Verluste erfolgten trotz erheblicher Angebotsausweitungen.

Seit 1998 ist eine Stabilisierung zu beobachten, seit 2000 gibt es wieder leichte Zunahmen. Die Nachfragerückgänge fanden ausschließlich bei der BVG statt, die in den fünf Jahren von 1993 bis 1998 etwa ein Fünftel ihrer Fahrgäste verlor. Dieser Verlust konnte durch Nachfragesteigerungen bei der S- und Regionalbahn nicht ausgeglichen werden. Die Ursachen der ungünstigen Fahrgast-

entwicklung sind vielfältig. Sie liegen in der wachsenden Motorisierung, der konjunkturellen Entwicklung und der Arbeitslosigkeit, dem damit verbundenen Wegfall von Arbeitswegen, dem Rückgang der Schülerzahlen sowie in Tarifierhöhungen bei real sinkenden Gesamtkosten der Pkw-Nutzung. Zu vermuten ist, dass eine Ursache auch in der sich verändernden Verkehrsnachfrage lag, der eine bis zur Umstrukturierung des BVG-Netzes im Dezember 2004 weitgehend unveränderte Angebotsstruktur gegenüberstand.

Der nicht-motorisierte Verkehr hat insgesamt leicht zugenommen. Zwar fehlen verlässliche Daten, jedoch werden im Fußverkehr geringfügige Abnahmen vermutet, im Radverkehr dagegen kontinuierliche Zunahmen beobachtet. Dabei werden in der Innenstadt stärkere Zuwächse als in den äußeren Stadträumen erreicht.

Güterverkehr

Das Güterverkehrsaufkommen ist in Berlin seit 1990 nur marginal gestiegen und damit deutlich schwächer geblieben als zu Beginn der 90er Jahre erwartet. Es erreichte 1998 insgesamt ca. 87,4 Mio. t. Davon sind mehr als ein Drittel Binnenvorkehr, jeweils weniger als ein Drittel sind Verkehre mit Quelle oder Ziel in Brandenburg bzw. in anderen Gebieten. Zunahmen fanden nur im Straßengüterverkehr statt. Vorübergehende Nachfragezuwächse beim Schiffs- und Bahntransport waren durch die intensive Bautätigkeit Mitte der 90er Jahre bedingt (modal split 1998: 84 % Straße, 9 % Schiene, 7 % Binnenschiff).

Die regionalen Verkehre zwischen Berlin und Brandenburg mit den Verkehrsträgern Schiene und Schiff sind seit 1992 um etwa ein Drittel zurückgegangen (von 8,2 auf 5,5 Mio. t/Jahr), parallel erfolgte ein erheblicher Zuwachs im Straßengüterverkehr.

Unmittelbare Folgen dieser Entwicklung sind überdurchschnittliche Lkw-Anteile auf den Stadt-Umland-Verbindungen. Diese verstärken die Kapazitätsengpässe.

Der Straßengüterverkehr wird vor allem im Süden und Westen von Berlin zunehmen, weil die Deutsche Bahn AG den Hamburg-Lehrter Güterbahnhof geschlossen hat und der Güterumschlag schwerpunktmäßig nach Großbeeren sowie nach Wustermark verlagert wurde. Die allgemeine Zunahme des motorisierten Verkehrs im Süden Berlins wird zudem durch den Ausbau der B101 und B96 begünstigt.

Die Güterverkehre als Durchgangsvorkehr durch Brandenburg zeigen seit 1992 nur sehr geringe Zunahmen (von 58 auf rd. 62 Mio. t/Jahr); etwas weniger als die Hälfte davon haben Quelle oder Ziel in Berlin. Die ursprünglich erwartete "Drehscheibenfunktion" des Standortes Metropolenregion Berlin im großräumigen Güterverkehr ist nicht eingetreten.

II.1.3.4 Perspektiven

Entwicklungstrends der Mobilität und des Verkehrs

Die im Luftreinhalteplan betrachteten Zukunftsszenarien basieren auf den im Stadtentwicklungsplan Verkehr erarbeiteten Entwicklungstrends. Nachfolgend sind die für die Luftreinhalteplanung relevanten Aspekte zusammengefasst:

Der Personenverkehr bleibt voraussichtlich mittelfristig ein stabiler Wachstumsmarkt. Das Verkehrswachstum findet hauptsächlich im Kfz- und Flugverkehr statt.

Der Wirtschaftsvorkehr (Gütertransport) wächst noch stärker als der Personenverkehr. Der Transportaufwand im Fernverkehr steigt durch die Erweiterung der EU und die Globalisierung der Wirtschaft. Auch Standortveränderungen der Wirtschaft in der Region erhöhen den Verkehrsaufwand. Dabei ist noch nicht erkennbar, ob die Region Berlin als Umschlagort im Güterfernverkehr größere Bedeutung erhält.

Insgesamt stellen die Strukturveränderungen der Wirtschaft und des Nachfrageverhaltens steigende Anforderungen an die zeitliche und räumliche Flexibilität der Verkehrsmittel. Insbesondere höherwertige, zeitkritischere und kleinteiligere Transporte werden in erheblichem Umfang zunehmen.

Als Folgen dieser Entwicklungen sind besonders zu erwähnen:

- Die Veränderung der zeitlichen und räumlichen Nachfrage ist geeignet, die heute örtlich und zeitlich auftretenden Kapazitätsengpässe im Individualverkehr (Stau) wie im öffentlichen Verkehr (Morgen- und Nachmittagspitzen des Berufsverkehrs) zu entschärfen.
- Unter gleichbleibenden (Trend-) Bedingungen steigen Flächenbedarf und Flächenkonkurrenz vor allem in den Innenstadtbereichen durch das Wachstum des Kfz-Verkehrs.
- Steigende Anforderungen an die Transportgeschwindigkeit und die Flexibilität im Güterverkehr gehen zu Lasten des (traditionell organisierten) Schienenverkehrs.
- Der Straßengüterverkehr wird (unter gleich bleibenden Bedingungen) auf zunehmende Kapazitätsengpässe im Straßenraum stoßen.

Entwicklungstrends der Bevölkerung, der Arbeitsplätze, der Raumstruktur

Hinsichtlich der Gesamtzahl der Bevölkerung im engeren Verflechtungsraum zeichnet sich ab, dass mittelfristig nur geringe Veränderungen zu erwarten sind. Die räumliche Verteilung der Bevölkerung wird jedoch einem erheblichen Wandel unterworfen sein. Innerhalb der Stadtgrenzen von Berlin hält die Innen-Außen-Umverteilung an. In der Innenstadt ist daher mit einer tendenziell sinkenden Einwohnerdichte zu rechnen, dagegen wird die Dichte in den Außenbezirken und in Brandenburg steigen. Der Zuwachs findet überwiegend im Brandenburger Teil des engeren Verflechtungsraumes statt. Dafür verantwortlich sind im Wesentlichen diese Entwicklungen unterstützende staatliche Rahmenbedingungen, ein weiterhin erhebliches Boden-Preis-Gefälle zwischen Innenstadt und Umland und nicht zuletzt die höhere Luft- und Lärmbelastung in der Stadt.

Für die Gesamtzahl der Arbeitsplätze ist eine Stagnation oder ein leichter Rückgang im gesamten engeren Verflechtungsraum zu erwarten. Die Randwanderung des verarbeitenden Gewerbes und von Logistikunternehmen wird auf niedrigem Niveau anhalten, korrespondierend hierzu innerstädtische Entmischungen von Wohnen und klassischem Gewerbe. Die Konzentration von Dienstleistungsunternehmen in der Innenstadt wird mittelfristig steigen.

II.1.4 Erfassung der Emissionen von Feinstaub (PM10) und Stickstoffdioxid in Berlin

In den Untersuchungsgebieten nach § 44 des BImSchG sind Emissionskataster aufzustellen (§ 46 BImSchG). Aus diesen Emissionen können mit Hilfe von Ausbreitungsrechnungen die Anteile bestimmt werden, die die einzelnen Quellgruppen an der gemessenen Luftverunreinigung verursachen (§ 47 (4) BImSchG). Auf der Basis dieser Analyse sind für die einzelnen Quellgruppen Maßnahmen zu formulieren, die mit zumutbarem Aufwand eine möglichst effektive Minderung der Schadstoffbelastung bewirken.

Die Emissionen von Luftschadstoffen werden in Berlin seit 1979 in regelmäßigen Abständen ermittelt und als Basis für Ausbreitungsrechnungen zur Luftreinhalteplanung genutzt (Luftreinhalteplan Berlin 1987 und 1995, Luftreinhaltung in Berlin 1997[II.2] [I.1] [II.4]). Die Emissionen der relevanten Luftschadstoffe werden für die folgenden Verursacherguppen bestimmt:

- genehmigungsbedürftige Anlagen (Industrie),
- nicht genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen (Hausbrand),
- andere nicht genehmigungsbedürftige Anlagen (Kleingewerbe),
- Kfz-Verkehr,
- Sonstiger Verkehr (Bahn-, Schiffs- und Flugverkehr) und
- Sonstige Quellen.

Die aktuelle Ursachenanalyse für die Luftreinhalteplanung bis zum Jahr 2010 soll sich auf das Jahr 2002 beziehen, da für dieses Jahr erstmals die Luftqualität nach der 22. BImSchV zu beurteilen ist. Für dieses Jahr wurden die Emissionen des Kfz-Verkehrs aktualisiert, da nach Voruntersuchungen [II.31] [II.34] die Belastung der Berliner Bevölkerung durch Feinstaub und Stickoxide insbesondere auf den Straßenverkehr zurückzuführen ist.

II.1.4.1 Industrie-Anlagen

Das Emissionskataster Industrie basiert auf den Emissionserklärungen nach § 27 des BImSchG und der 11. BImSchV, die vom Betreiber genehmigungsbedürftiger Anlagen für das Jahr 2000 abgegeben wurden. Diese Erklärungen enthalten Angaben über Art, Menge, räumliche und zeitliche Verteilung sowie über die Austrittsbedingungen aller relevanten Luftverunreinigungen der jeweiligen Industrieanlage. Die nächste Emissionserklärung für das Jahr 2004 wird erst Ende 2005 vorliegen. In Tab. II.1.4 ist die Entwicklung der verschiedenen Anlagenarten, für die Emissionserklärungen abgegeben werden mussten, dargestellt.

Bedeutung	Anzahl			
	1989	1992	1996	2000
Wärmeerzeugung, Bergbau, Energie	954	356	324	243
Steine und Erden, Glas, Keramik, Baustoffe	55	40	37	60
Stahl, Eisen und sonstige Metalle einschließlich Verarbeitung	124	86	74	53
Chem. Erzeugnisse, Arzneimittel, Mineralölraff. u. Weiterverarb.	58	38	32	28
Oberflächenbehandlung mit organischen Stoffen	70	28	13	13
Holz, Zellstoff	3	1	1	2
Nahrungs-, Genuss- und Futtermittel	98	84	88	76
Verwertung und Beseitigung von Reststoffen	17	9	15	71
Lagerung, Be- und Entladen von Stoffen	61	61	68	57
Sonstiges	73	159	82	17
	1513	862	734	620

Tab. II.1.4 Anzahl der genehmigungsbedürftigen Anlagen in Berlin

Die Gesamtzahl dieser Industrieanlagen in Berlin hat zwischen 1996 und 2000 leicht abgenommen. Bei den Feuerungsanlagen ist der Rückgang sehr deutlich. Hier handelt es sich aber oft nicht um Stilllegungen von Anlagen, sondern um Brennstoffumstellungen, beispielsweise von Kohle oder Erdöl auf Erdgas. Durch diese Umrüstung fallen die Anlagen wegen der geringeren Schadstoffemissionen oft aus der Genehmigungspflicht und werden nicht mehr der Verursacherguppe Industrie, sondern dem Hausbrand zugeordnet. Bei einigen Anlagen-Gruppen sind dagegen seit 1996 deutliche Zunahmen zu erkennen, zum Beispiel bei der Verwertung und Beseitigung von Abfällen. Dies ist Folge der Ausweitung der Genehmigungstatbestände für Abfallentsorgungsanlagen. Insgesamt jedoch ist die Zahl der genehmigungsbedürftigen Anlagen seit dem Fall der Berliner Mauer im Jahre 1989 deutlich zurückgegangen.

Die Emissionen der Kraftwerke, die ca. 90 % der Stickoxidemissionen und 30 % der Feinstaubemissionen aller genehmigungsbedürftigen Anlagen verursachen, konnten für das Jahr 2002 aktualisiert werden, weil für die Großfeuerungsanlagen die Emissions-Angaben jährlich zu melden sind. Insbesondere wurde berücksichtigt, dass die Kraftwerke Oberhavel, Charlottenburg und Rudow stillgelegt worden sind und deren Produktion zum Teil auf andere Standorte verlagert wurde. Die Emissionsmassenströme der übrigen Industrienlagen resultieren aus der Emissionserklärung für das Jahr 2000.

II.1.4.2 Hausbrand

Das Emissionskataster Hausbrand ist zuletzt für die Heizperiode 1999/2000 in Berlin aktualisiert worden. Als Datenbasis für die Aktualisierung der Informationen über die beheizten Gebäude werden

- die Gebäudedatei der letzten Datenerhebung,
- die Stromkundendatei des Berliner Stromversorgers BEWAG,
- die Gaskundendatei des Berliner Gasversorgers GASAG,
- die Fernwärmekundendatei der wichtigsten Fernwärmelieferanten und
- eine Befragung der Schornsteinfeger über die Beheizung der ehemals kohlebeheizten Gebäude verwendet.

Mit diesen Informationen wurden die in der Gebäudedatei gespeicherten Daten über die Beheizungsart der vorhandenen Wohnungen und Arbeitsstätten für die Heizperiode 1999/2000 aktualisiert. Dabei nahm die gesamte Fläche der in den Gebäuden beheizten Wohnungen und Arbeitsstätten um 15 % gegenüber der letzten Datenerhebung 1994 zu. Die Beheizung mit Erdgas wuchs in diesem Zeitraum am stärksten - um fast 70 % - und die Ölheizungen und Fernheizungen stiegen um etwa 30 % an, während die Kohleheizungen um über 70 % abnahmen (siehe Abb. II.1.5 und Tab. II.1.5).

	Veränderung von 1994 bis 1999
Fernheizung	+25%
Gasheizung	+69%
Ölheizung	+35%
Kohleheizung	-74%
Beheizte Fläche insgesamt	+15%

Tab. II.1.5 Änderung der Beheizungsart zwischen 1994 und 1999

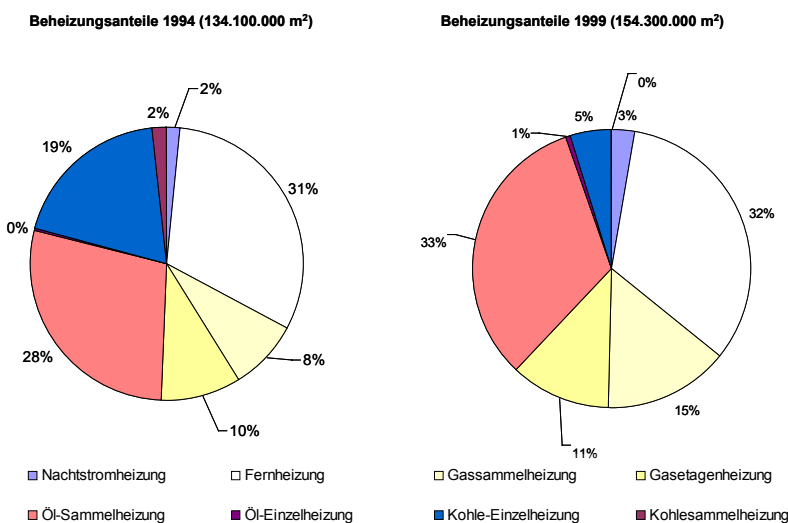


Abb. II.1.5 Vergleich der Beheizungsarten in Berlin zwischen 1994 und 1999

Dies wird bestätigt durch den seit 1991 kontinuierlich sinkenden Absatz von Braunkohlebriketts in Berlin (siehe Abb. II.1.6). Dieser Rückgang ist auch ein Erfolg der Berliner Luftreinhalteplanung, denn die Kohleverbrennung wurde bereits vor 1980 als Ursache für die hohe Schwefeldioxid- und Staubbelastung im Winter identifiziert und durch geeignete Maßnahmen (Fernheizung, Förderung von Gasheizung, Verkaufsverbot für schwefelreiche Braunkohle usw.) eingeschränkt.

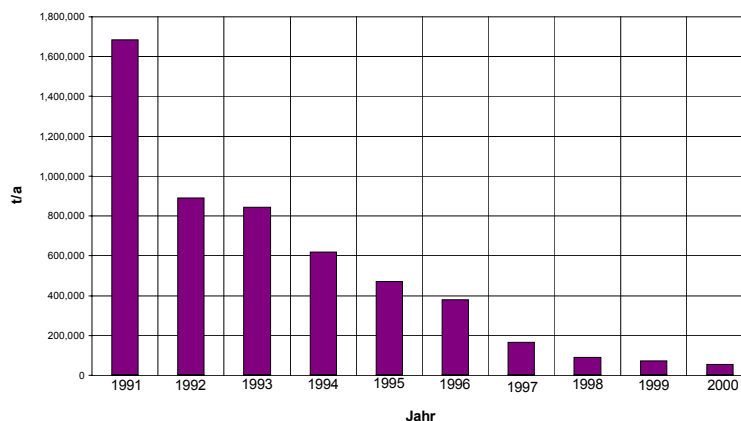


Abb. II.1.6 Absatzzahlen von Braunkohlebrikett 1991-2000 in Berlin

Durch das Umweltenlastungsprogramm Berlin werden Maßnahmen zur Energieeinsparung in gewerblichen Unternehmen, vor allem aber in öffentlichen Einrichtungen gefördert. Infolge dieser Maßnahmen werden jährlich ca. 40.000 MWh Primärenergie eingespart. Das Berliner Energiekonzept gibt vor, dass im Zeitraum von 1990 bis 2010 die CO₂-Emissionen um 25 % zu reduzieren sind. Wichtigster Sektor ist hierbei der Wohngebäudebereich und hier wiederum die energetische Modernisierung des Altbaubestandes. Das Land Berlin hat seit 1990 beispielhaft die Sanierung der Altbaubestände unterstützt. Im Zeitraum 1991 bis 2001 wurden insgesamt etwa 5 Milliarden Euro Fördermittel im Rahmen verschiedener Programme eingesetzt:

- Heizungsmodernisierungsprogramm,
- Plattenbausanierungsprogramm,
- Programm Soziale Stadterneuerung und Leerstands-beseitigung,
- Programm Stadtweite Maßnahmen,
- Programm Mietermodernisierung,
- Programm QUAB Wärmedämmung (Qualifizierung und Arbeitsbeschaffung).

Diese Programme zielten in ihrem energetischen Teil auf eine energetische Verbesserung der Gebäudehülle (Wärmedämmung, Fensteraustausch u.a.), eine Erhöhung der Effizienz der Wärmeversorgungsanlagen, eine Ablösung ineffizienter Einzelanlagen und die Ablösung der kohlenstoffreichen Energieträger Kohle und Heizöl zugunsten des Fernwärmeausbaues bzw. effizienter Nahwärmelösungen mit Erdgas sowie auf die Nutzung erneuerbarer Energien.

Mit diesen Programmen wurde bereits über ein Drittel des gesamten Berliner Wohnungsbestandes energetisch saniert, davon die Hälfte der Berliner Plattenbauten.

Die Ergebnisse können sich sehen lassen:

- Bei den sanierten Plattenbauten konnte der spezifische Wärmeverbrauch für die Raumwärme vielfach auf unter 100 kWh/m²a gesenkt werden (vorher etwa 200 kWh/m²a), auch für die sanierten Mauerwerksbauten konnten ähnlich niedrige Werte erreicht werden.
- Gab es 1990 in über 450.000 Berliner Wohnungen Kohleeinzelöfen, sind diese heute nur noch in etwa 80.000 Wohnungen zu finden. Der Ausbau der Fernwärmeversorgung erfolgte von etwa 450.000 angeschlossenen Wohnungen auf jetzt 580.000 und der der modernen Gasheizung von 300.000 auf 460.000 Wohnungen.
- Die Solarenergie entwickelte sich zu einer „beachtlichen“ Größe. Rund 42.000 m² solarthermische Anlagen und photovoltaische Anlagen für eine Spitzenleistung von rund 5,3 MW wurden realisiert.

Nach Aufteilung der in Berlin insgesamt verwendeten Brennstoffe auf jedes einzelne Gebäude ist es möglich, die räumliche Verteilung der Luftschadstoffemissionen unter Verwendung der aktuellen, bundesweit abgestimmten Emissionsfaktoren zu berechnen.

II.1.4.3 Kleingewerbe

Die Emissionen aus den nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen (Kleingewerbe) sind vor allem für die organischen Gase von Bedeutung, die als Vorläufersubstanzen für die sommerliche Ozonbildung in der Atmosphäre agieren, aber auch bei der Bildung von Partikeln eine Rolle spielen. Diese Emissionen sind für das Jahr 2001 in einem Bericht [II.5] für Berlin auf der Basis von Literaturangaben und der Auswertung von Dateien der Industrie und Handelskammer (IHK) und der Handwerkskammer ermittelt worden. Die resultierenden Emissionen sind relativ gering und treten lediglich im Ausbaugewerbe, Holzgewerbe, Metallgewerbe und im Nahrungs- und Genussmittelgewerbe (Räuchereien) in nennenswertem Umfang auf. Ein Teil der auch dem Gewerbe zurechenbaren Emissionen aus mobilen Maschinen und Geräten sind den sonstigen Quellen zugeordnet.

II.1.4.4 Kfz-Verkehr

Das Emissionskataster Kfz-Verkehr ist im Jahre 2004 neu erhoben worden, weil diese Verursachergruppe nach den bisherigen Erfahrungen [II.31] erheblich zu den Feinstaub- und Stickoxid-Belastungen beiträgt. Seit dem Jahr 2001 sind in den Hauptverkehrsstraßen Berlins an vielen Stellen Detektoren errichtet worden, die die dort fahrenden Kraftfahrzeuge zählen. Diese Daten dienen primär dazu, die aktuelle Verkehrssituation in Berlin zu kennen und sie in die Verkehrssteuerung mit einzubeziehen. Diese Informationen werden in der Verkehrsmanagementzentrale (VMZ) aus-

gewertet, um die Bevölkerung, und insbesondere die Autofahrer, über Rundfunk, Internet und Anzeigetafeln an zentralen Punkten über die aktuelle Verkehrssituation zu informieren und gegebenenfalls Routenempfehlungen zur Umfahrung von Staus zu geben. Mit dem Ausbau der VMZ soll das Ziel einer dynamischen Verkehrssteuerung nach aktueller Verkehrslage und -belastung ermöglicht werden.

Ermittlung der Auspuffemissionen des Kfz-Verkehrs auf den Hauptverkehrsstraßen

Seit 2002 stehen die Daten von ca. 400 Detektoren an etwa 300 Standorten innerhalb des Berliner Hauptstraßennetzes bei der VMZ zur Verfügung [II.6]. Viele dieser Detektoren unterscheiden zwischen Pkw und Lkw. Auf der Basis dieser automatisch gewonnenen Zählraten für das Jahr 2002 wurden die Auspuffemissionen folgendermaßen bestimmt:

1. Aufbereitung der aus verschiedenen Quellen verfügbaren Detektordaten der Verkehrsmanagementzentrale Berlin für den Zeitraum 2002;
2. Integration verfügbarer Zählraten und qualitätsgewichtete Zusammenführung aller Eingangsdaten und Vervollständigung mittels ortsbezogener Tagesganglinien;
3. Räumliche Hochrechnung der punktbezogenen Daten auf das gesamte Berliner Hauptstraßennetz mit dem Resultat der mittleren täglichen Verkehrszahlen (DTV) und der Lkw-Anteile für alle Hauptstraßen;
4. Ermittlung der abschnittsbezogenen Belastung des Hauptverkehrsstraßennetzes mit Linienbusverkehr der Berliner Verkehrsgesellschaft (BVG) aus den Fahrplandaten 2002;
5. Berechnung der Emissionen mit den neuen Emissionsfaktoren aus dem UBA-Handbuch für Emissionsfaktoren unter Berücksichtigung der Straßenart und -funktion mit Hilfe des Programms IMMIS-Luft.

Die nach dieser Vorgehensweise ermittelten mittleren täglichen Verkehrszahlen im Hauptstraßennetz Berlins für das Jahr 2002 sind in Abb. II.1.7 dargestellt.

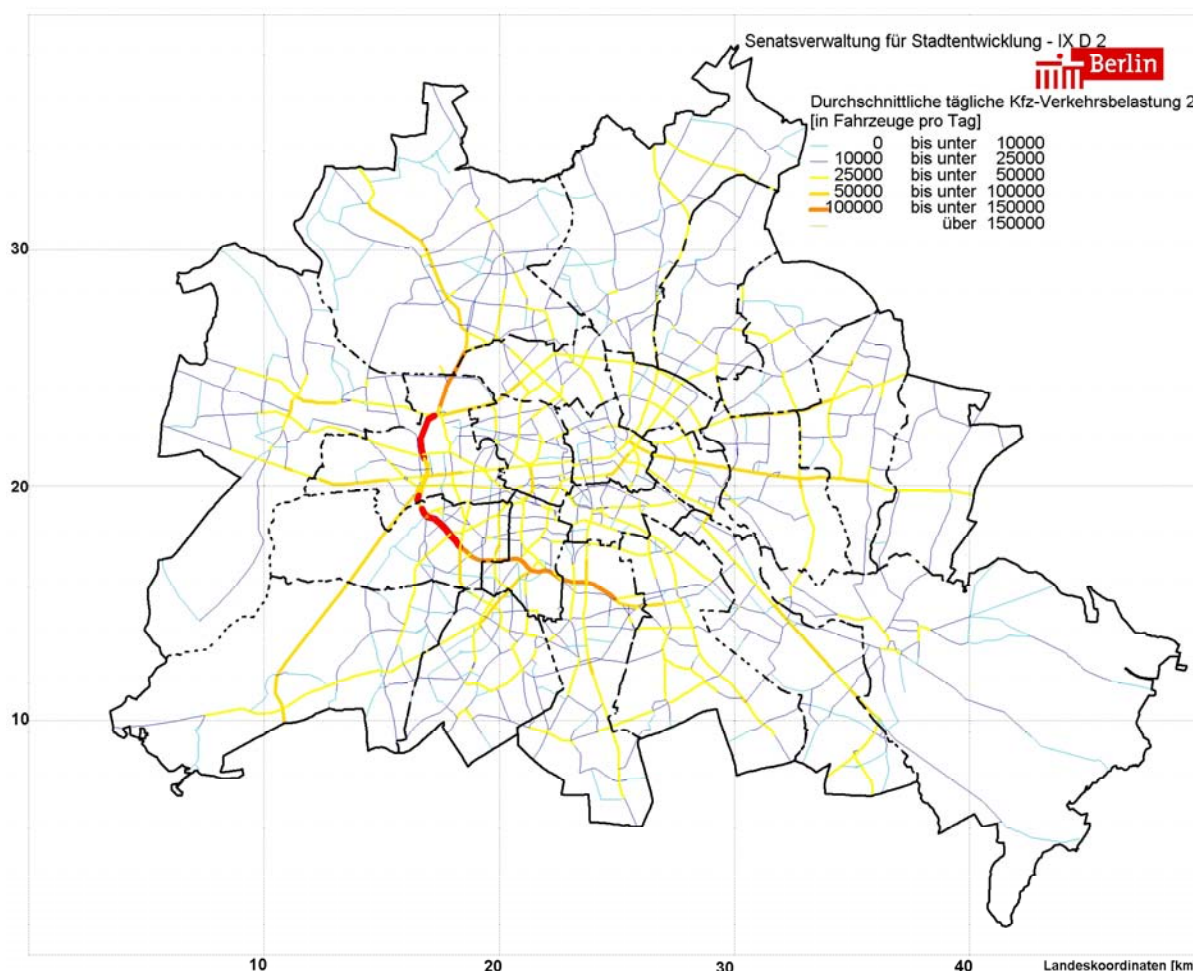


Abb. II.1.7 Verkehrsbelastung im Hauptstraßennetz im Jahr 2002

Die Auspuffemissionen durch den Kraftfahrzeugverkehr hängen von Faktoren ab, die sich in verkehrsspezifische und die kraftfahrzeugspezifische Kenngrößen zusammenfassen lassen.

Die verkehrsspezifischen Kenngrößen werden durch die Verkehrsdichte, d.h. die Anzahl der auf dem betrachteten Straßenabschnitt (Quelle) bewegten Fahrzeuge und deren Fahrverhalten (Fahrmodus) beschrieben. Das Fahrverhalten wird den verschiedenen Straßentypen (Stadtkernstraße, Nebenstraße, Hauptverkehrsstraße mit oder ohne Lichtsignalanlage, Autobahn) und Funktionen (Geschäftsstraße, Wohngebietsstraße oder Einfallstraße) zugeordnet.

Die kraftfahrzeugspezifischen Kenngrößen, im Allgemeinen ausgedrückt durch die Abgasemissionsfaktoren, werden bestimmt durch die Art des motorischen Antriebsverfahrens (Viertakt-, Zweitakt- oder Dieselmotor), die Art der Gemischaufbereitung (durch Vergaser oder Einspritzung beim Otto-Motor), die Art des Kraftstoffes (Zweitaktgemisch, Benzin, Diesel), die Art eventuell vorhandener Reinigungssysteme (geregelter und ungeregelter Katalysator, Abgasrückführung) sowie sonstige, den technischen Zustand des Motors charakterisierende Größen. Die Emissionsfaktoren hängen auch vom Fahrverhalten (Fahrmodus) ab und werden daher für unterschiedliches Fahrverhalten angegeben. Als wesentliche kraftfahrzeugspezifische Größe werden auch der Kaltstarteinfluss, der zu erhöhten Schadstoffemissionen während der Warmlaufphase des Motors führt, und die Verdunstungsemissionen berücksichtigt.

Die Emissionsfaktoren werden im UBA-Handbuch für Emissionsfaktoren (Version 2.1 vom April 2004) für jedes Jahr seit 1990 bis zum Jahr 2020 zur Verfügung gestellt. Hier finden sich für jede Fahrzeuggruppe (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, motorisierte Zweiräder, Busse und schwere Nutzfahrzeuge), für zurzeit mindestens fünf Minderungsstufen (80er Jahre ECE-Zyklus, Euro I, Euro II, Euro III, Euro IV, EURO V) und für jeden Straßentyp die Emissionsfaktoren aller relevanten emittierten Stoffe. Um die Emissionsfaktoren dieser Fahrzeugschichten dem DTV-Wert jeder Straße zuordnen zu können, wird die Information über die jährlich sich verändernde Flottenzusammensetzung differenziert nach Fahrzeuggruppe und Straßentyp benötigt, die ebenfalls im UBA-Handbuch für jedes Jahr gespeichert sind.

Die Berechnung der emittierten Schadstoffmengen in den Hauptstraßen erfolgt für jeden Straßenabschnitt mit dem in IMMIS-Luft enthaltenen Emissionsmodul und ist abhängig von den Parametern:

- Mittlerer täglicher Verkehr (DTV),
- Anteil Linienbusse (in % des DTV),
- Anteil schwerer LKW (> 3,5 to) einschließlich Reisebusse,
- Anteil leichter Nutzfahrzeuge,
- Anteil motorisierter Zweiräder,
- mittlerer Stauanteil,
- Typ der Straße (Hauptstraße mit Ampeln, Hauptstraße ohne Ampeln, Kernstraße, Autobahn) und
- Funktion der Straße (Geschäfts-, Wohn- oder Einfallstraße (ohne Kaltstartanteil)).

Die straßenbezogenen DTV-Werte sowie die Anteile der Linienbusse und schweren Lastkraftwagen am DTV sind in der Datenbasis der VMZ vorhanden. Der Anteil leichter Nutzfahrzeuge und motorisierter Zweiräder ist durch Flottenzählung für unterschiedliche Straßen an typischen Detektorstandorten mit hohem Verkehrsaufkommen ermittelt worden [II.7].

Um Stauanteile repräsentativ zu erfassen war es notwendig, diese Anteile möglichst durch direkte Verkehrsbeobachtung zu bestimmen. Zu diesem Zweck wurden auf Basis von GPS-Ortungsdaten von im Verkehr befindlichen Fahrzeugen Reisegeschwindigkeiten bzw. Reisezeiten im aktuellen Verkehr ermittelt. Daraus wurden Staustunden und Stauanteile für die Straßenabschnitte des Hauptstraßennetzes für das Jahr 2002 berechnet [II.8].

Ein Ergebnis dieser Arbeit sind die Staustunden in der Berliner Innenstadt.

Die in diesem Projekt ebenfalls flächendeckend ermittelten mittleren Reisegeschwindigkeiten wurden benutzt um Typ und Funktion der Straßen im Innenstadtbereich zu bestimmen. Die mittleren Reisegeschwindigkeiten lagen im Jahre 2002 bei einem Mittelwert über alle Hauptverkehrsstraßen bei ca. 28 km/h.

Ermittlung der Emission durch Abrieb und Aufwirbelung des Straßenverkehrs

Nach heutiger Erkenntnis geht man davon aus, dass ein großer Anteil der verkehrsbedingten PM10-Emissionen nicht aus dem Auspuff der Fahrzeuge stammt, sondern über Aufwirbelung von auf der Straßenoberfläche liegenden Partikeln und vom Reifen- und Bremsabrieb herrührt.

Grundlage der Berechnung dieser Emissionen mit IMMIS-Luft bildet die modifizierte EPA-Formel aus entsprechenden Untersuchungen [II.34]. Diese Formel wurde durch Messungen in Berlin an der Schildhornstraße und an der Frankfurter Allee entwickelt und basiert auf der Erkenntnis, dass ca. 50 % der in Straßenschluchten gemessenen Zusatzbelastung von Feinstaub nicht der Auspuffemission der Kraftfahrzeuge zugeordnet werden kann, sondern durch die fahrzeugbedingten Abriebe (Brems-, Straßen- und Reifenabrieb) und Aufwirbelungen verursacht werden.

Ermittlung der Emissionen des Straßenverkehrs auf Nebenstraßen

Die Verkehrsbelastung der Nebenstraßen für das Jahr 2002 wurde mit Hilfe des Verkehrsumlegungsprogramms VISUM aus den zugrunde gelegten Quell-Ziel-Relationen berechnet. Die daraus ermittelten Gesamtfahrleistungen und Anteile an schweren Nutzfahrzeugen wurden den Verkehrszellen in der Stadt zugeordnet [II.9]. Die aus dem Auspuff und durch Aufwirbelung und Abrieb bedingten Emissionen im Nebennetz wurden mit dem Emissionsmodul von IMMIS-Luft bestimmt.

II.1.4.5 Sonstiger Verkehr

Die Berechnung der Emissionen des sonstigen Verkehrs für das Jahr 2002 basiert auf einer Studie über die Emissionen in der Region Berlin/Brandenburg aus Flugverkehr, Binnenschifffahrt und Eisenbahnverkehr für das Jahr 1994 [II.10]. Beim Flugverkehr wurde zwischen 1994 und 2002 eine leichte Zunahme um 10 % angenommen, denn bei einer etwa 20 %-igen Steigerung des Verkehrsaufkommens ist der spezifische Energieverbrauch in dieser Zeit um etwa 10 % gesunken. Beim Eisenbahnverkehr ist bei konstanter Verkehrsleistung in diesem Zeitraum eine geringfügige Abnahme der spezifischen Emissionen von etwa 5 %, bei der Binnenschifffahrt (einschließlich Fahrgastschifffahrt) ist bei leichter Abnahme der Verkehrsleistung und geringer Abnahme der spezifischen Emission mit einer etwa 10 %-igen Abnahme der Emissionen zu rechnen.

II.1.4.6 Sonstige Quellen

Während in der Berliner Umgebung die Emissionen im Wesentlichen aus Bilanzen gehandhabter oder produzierter Stoffe ermittelt wurden (EMEP-Datenbasis), wurden die Berliner Emissionen aus Abschätzungen einzelner Quellen ermittelt. Beim Feinstaub gibt es viele diffuse Quellen, die nicht einzeln erfassbar sind. Sie können nur durch Plausibilitätsbetrachtungen aus Stoffbilanzen abgeschätzt werden.

Seit September 2004 liegt das Ergebnis eines UBA-Forschungsvorhabens zu den Emissionen mobiler Geräte und Maschinen vor, das auf derartigen Stoffbilanzen basiert [II.11]. Diese Studie hat zum Ergebnis, dass die Feinstaubemissionen aus mobilen Geräten in Deutschland im Jahre 2002 ca. 90 % der durch den Straßenverkehr (nur Auspuffemissionen) verursachten Emissionen betragen. Bei den Stickoxidemissionen liegt der Anteil der mobilen Maschinen und Geräte bei ca. 20 % der Kfz-Emissionen. In Berlin sind die mobilen Maschinen und Geräte insbesondere in der Bauwirtschaft, in Haushalten, Gärten, Grünanlagen und der Straßenreinigung im Einsatz. Für Berlin kann man nach den Vorgaben der o.g. UBA-Studie, die in Tab. II.1.6 dargestellten Abgasemissionen aus diesen Maschinen berechnen:

	Abgasemissionen in Berlin aus mobilen Maschinen in t/a
Feinstaub(PM10)	400
Kohlenmonoxid	4000
Stickoxide	900
Organische Gase	1200

Tab. II.1.6 Abgasemissionen aus mobilen Maschinen in Berlin

Zusätzlich zu den Auspuffemissionen sind beim Einsatz mobiler Maschinen und Geräte auch Aufwirbelungs- und Abriebemissionen zu berücksichtigen. In Anlehnung an die Erfahrungen beim Straßenverkehr [II.33] [II.34] und unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Abgasemissionen dieser Maschinen wegen fehlender strenger Abgasgrenzwerte relativ hoch sind, werden die Aufwirbelungs- und Abriebemissionen der mobilen Maschinen in Berlin mit 200 t/a abgeschätzt. Zusammen mit den Abriebs- und Aufwirbelungs-Emissionen von Schienenfahrzeugen, Flugzeugen und dem übrigen Verkehr ergeben sich die in der Tab. II.1.7 angegebenen Feinstaubemissionen.

Eine weitere kürzlich erschienene Studie zu diesem Thema [II.12] kommt zu dem Ergebnis, dass in Deutschland im Jahr 2000 bei Haushalten und Kleinverbrauchern fünfmal soviel Energie durch Holzbrennstoffe erzeugt wird als durch Kohlen. Eine Übertragung dieses Ergebnisses auf die Berliner Verhältnisse ergibt, dass hier um ein Vielfaches mehr Holz, beispielsweise zur Zusatzheizung in Kaminen, verbrannt wird als über den Brennstoffhandel verkauft wird. Bei dieser Verbrennung entstehen insbesondere zusätzliche Feinstaubemissionen von ca. 355 t pro Jahr.

Zusätzlich gibt es sonstige, verbrennungsbedingte Emissionen durch z.B. Holzkohlegrills und Feuerwerke. Diese Emissionen sind, gemessen an den Gesamtemissionen, gering und durch Maßnahmen schwer oder gar nicht beeinflussbar.

	Feinstaub(PM10) in t/a
Abgas mobiler Maschinen	400
Abriebe und Aufwirbelung mobiler Geräte und den übrigen Verkehr	280
Holzverbrennung als Zusatzheizung in privaten Haushalten	355
Sonstige verbrennungsbedingte Emissionen	55
Baustellentätigkeit mit Transport	300
Aufwirbelung durch starken Wind	200
Pflanzen (Pollen, organische Partikel)	100
Summe	1690

Tab. II.1.7 Sonstige Feinstaubemissionen in Berlin

Die Stauberzeugung durch Baustellentätigkeit (ohne die Emissionen durch Baumaschinen) ist in Berlin seit 1998 nicht in dem Maße zurückgegangen wie die Neubautätigkeit, da jetzt verstärkt Sanierungen und Abrissarbeiten zur Stauberzeugung beitragen. Zusammen mit den damit verbundenen Emissionen aus dem Transport staubender Güter ist mit weiterhin ca. 600 t/a Staubemissionen durch diese Tätigkeiten zu rechnen, davon sind ca. 300 t als Feinstaub (PM10) einzustufen. Die entstehenden Emissionen können durch die geplante Landes-Immissions-Verordnung in Zukunft besser überwacht und vermindert werden.

Die natürliche Aufwirbelung durch starken Wind erzeugt im Jahresmittel in Berlin ca. 500 t Staub, davon ca. 200 t Feinstaub (PM10). Weitere 100 t Feinstaub werden in Berlin durch Pflanzen abgegeben, teilweise direkt als Pollen und teilweise als organische Gase, die durch Mitwirkung von Ozon in organische Partikel umgewandelt werden.

II.1.4.7 Emissionen der Berliner Quellen

In der Tab. II.1.8 sind die Emissionen aller Berliner Verursachergruppen für die Hauptschadstoffe seit 1989 zusammengestellt. Seit dem Fall der Berliner Mauer im Jahre 1989 sind viele Industriebetriebe saniert oder stillgelegt worden und die Braunkohle als Brennstoff für die Öfen zur Beheizung der Berliner Wohnungen ist durch Heizöl-, Erdgas- oder Fernwärmeheizungen verdrängt worden. Während im Jahre 1989 noch der Hausbrand und die Industrie bedeutende Quellgruppen für die Schwefeldioxid- und Feinstaubbelastung waren, sind deren Emissionen stark vermindert worden. Auch zwischen 2000 und 2002 sind die Gesamtemissionen von Stickoxiden um fast 25 % und beim Feinstaub um über 10 % zurückgegangen.

Besonders die Feinstaubemissionen aus dem Auspuff der Kraftfahrzeuge ist seit 1989 um mehr als 80 % vermindert worden. Dies stimmt sehr gut mit den Messungen des in den Straßenschluchten gemessenen Dieselruß - dem Hauptbestandteil der Partikelemission aus dem Auspuff - überein: die gemessene Ruß-Konzentration ist in der Frankfurter Allee innerhalb der letzten 6 Jahre um fast

40 % gesunken. Aber da sich die Feinstaubemission durch Abrieb und Aufwirbelung des Straßenverkehrs in dieser Zeit kaum vermindert hat, ist der Straßenverkehr nach den sonstigen Quellen der Hauptverursacher von Feinstaub in Berlin. Der Straßenverkehr hat einen Anteil von 34 % an den Feinstaubemissionen in Berlin, während die sonstigen Quellen 41% verursachen (siehe Abb. II.1.8).

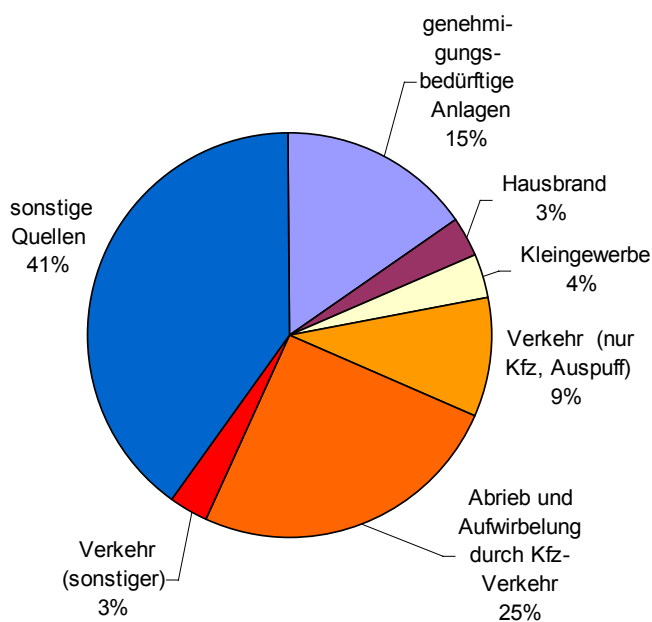


Abb. II.1.8 Anteile verschiedener Verursacher an den Feinstaubemissionen in Berlin 2002

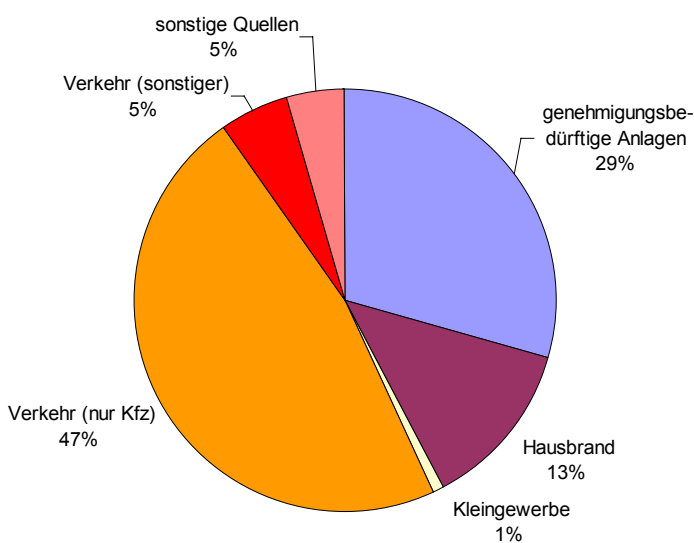


Abb. II.1.9 Anteile verschiedener Verursacher an den Stickoxidemissionen in Berlin 2002

Bei den Stickoxiden hat zu Beginn der 90-er Jahre der Straßenverkehr die Industrieanlagen als Hauptverursacher bei den Berliner Quellen abgelöst. Der Straßenverkehr hat 2002 einen Anteil von 47 % an den Stickoxidemissionen in Berlin, während die Industrieanlagen 29 % der Gesamtmenge emittieren (siehe Abb. II.1.9).

Die Tab. II.1.8 stellt die Emissionen in Berlin nach Emittentengruppen zusammen.

	Angaben in Tonnen pro Jahr (t/a)					
	1989	1994	2000	2002	Trend 2005	Trend 2010
Schwefeldioxid	70801	17590	8868	7158	6674	6462
Genehmigungsbedürftige Anlagen	60470	10870	5683	4433	4100	3967
Hausbrand	8526	4890	2500	2400	2323	2268
Kleingewerbe	75	70	60	60	50	40
Verkehr (nur Kfz)	1440	1400	400	55	14	15
Verkehr (sonstiger)	140	140	75	75	68	60
sonstige Quellen	150	220	150	135	120	113
Stickoxide	69971	42417	26109	22141	19768	17536
Genehmigungsbedürftige Anlagen	41757	16172	8331	6499	6012	5817
Hausbrand	2704	3120	2860	2860	2657	2594
Kleingewerbe	1200	700	190	185	160	125
Verkehr (nur Kfz)	21410	19025	12400	10455	8876	7015
Verkehr (sonstiger)	1400	1300	1128	1128	1100	1072
sonstige Quellen	1500	2100	1200	1014	963	913
Kohlenmonoxid	293705	203948	101828	69133	48236	39126
Genehmigungsbedürftige Anlagen	32443	3888	2028	1581	1462	1415
Hausbrand	68712	41560	8000	8000	7432	7256
Kleingewerbe	1500	800	200	193	168	135
Verkehr (nur Kfz)	182050	144200	76500	44259	24829	16730
Verkehr (sonstiger)	4000	3500	3100	3100	2945	2790
sonstige Quellen	5000	10000	12000	12000	11400	10800
Feinstaub (PM10)	18180	8804	4728	4199	4041	3939
Genehmigungsbedürftige Anlagen	9563	3161	960	650	601	514
Hausbrand	2693	1148	131	132	98	85
Kleingewerbe	250	220	160	153	149	145
Verkehr (nur Kfz, Auspuff)	2336	1135	667	394	311	238
Abrieb und Aufwirbelung durch Kfz-Verkehr	1200	1150	997	1050	1113	1239
Verkehr (sonstiger)	238	190	124	130	121	112
sonstige Quellen	1900	1800	1690	1690	1648	1606
organische Gase	103351	73703	32814	24251	20043	17691
Genehmigungsbedürftige Anlagen	11801	3473	2554	1966	1887	1863
Hausbrand	5250	2340	550	550	511	499
Kleingewerbe	15500	15000	6500	6484	5511	4539
Verkehr (nur Kfz)	49800	33890	12500	5661	3057	2208
Verkehr (sonstiger)	3000	2000	1710	1710	1590	1471
Sonstige Quellen u. Haushalte	18000	17000	9000	7880	7486	7112

Tab. II.1.8 Emissionen in Berlin nach Emittentengruppen

Industrieanlagen

Die Emissionen aller Schadstoffe aus genehmigungsbedürftigen Anlagen nehmen nach 1989 deutlich ab. Die Abnahme ist beim Schwefeldioxid am stärksten, was insbesondere durch die Verwendung schwefelärmerer Brennstoffe bedingt ist (siehe Abb. II.1.10).

Auch bei den beiden in Berlin kritischen Schadstoffgruppen, Stickoxide und Feinstaub, ist die Abnahme noch deutlich und wird hauptsächlich durch die verbesserten Rauchgasreinigungsanlagen der Kraftwerke erreicht, die im Zusammenhang mit der Großfeuerungsanlagen-Verordnung eingebaut wurden.

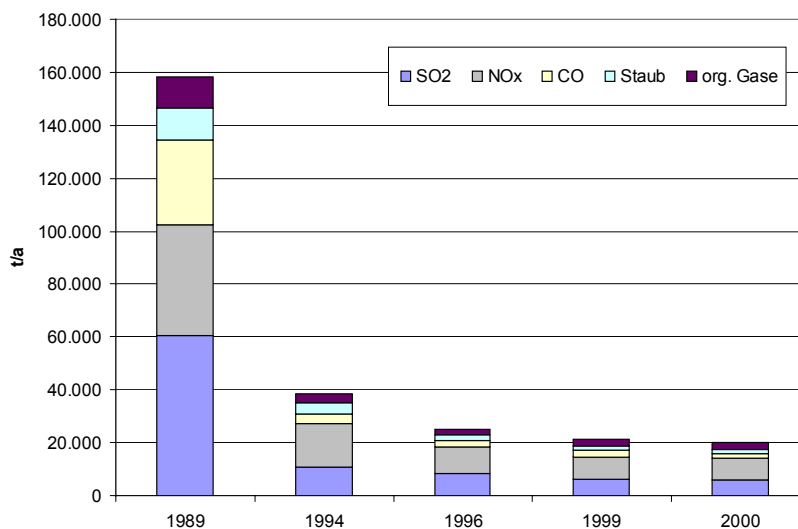


Abb. II.1.10 Emissionen aus genehmigungsbedürftigen Anlagen

Die räumliche Verteilung der Emissionen von Feinstaub und Stickoxiden ist in Abb. II.1.11 und Abb. II.1.12 dargestellt. Die erhöhten Emissionen an den Kraftwerksstandorten, insbesondere Reuter-West im Ostteil von Spandau und Klingenberg im Süden von Lichtenberg, sind deutlich zu erkennen.

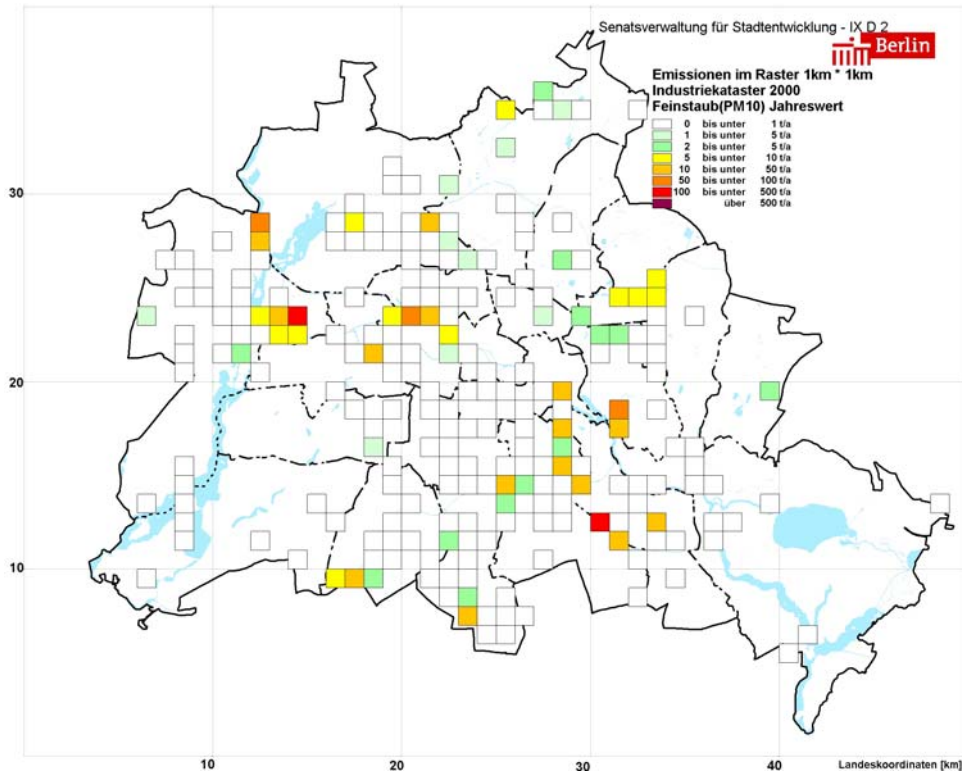


Abb. II.1.11 Räumliche Verteilung der Feinstaubemissionen genehmigungsbedürftiger Anlagen im Jahr 2000

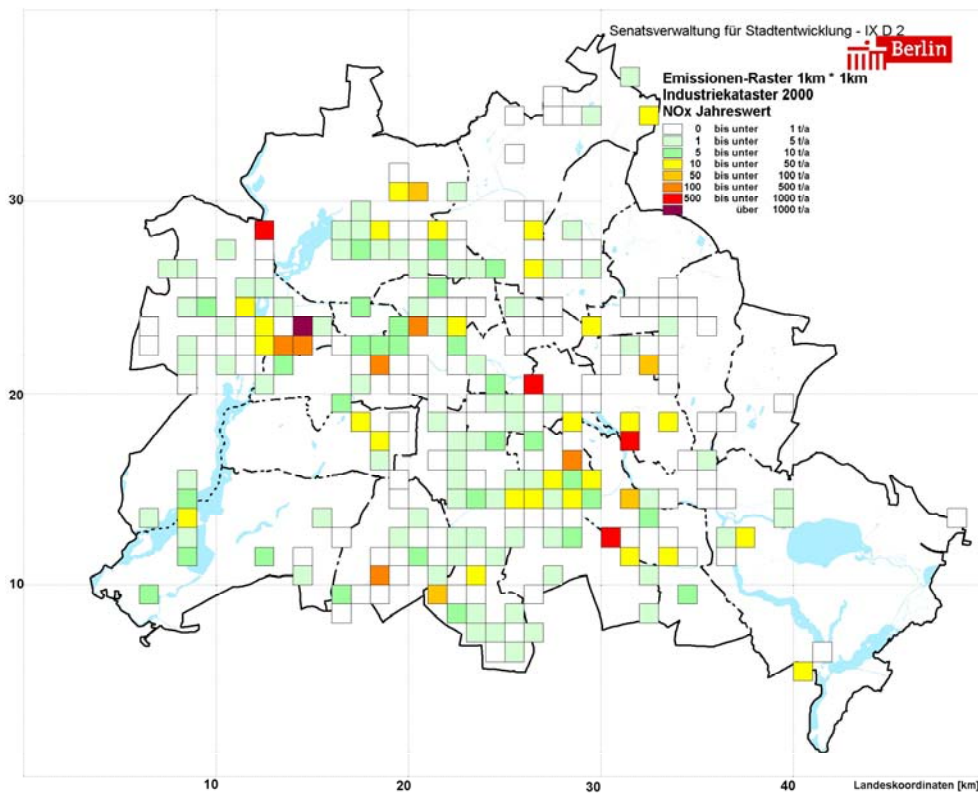


Abb. II.1.12 Räumliche Verteilung der Stickoxidemissionen genehmigungsbedürftiger Anlagen im Jahr 2000

Hausbrand

Die räumliche Verteilung der Emissionen von Stickoxiden und Feinstaub aus dem Hausbrand sind in Abb. II.1.13 und Abb. II.1.14 dargestellt. Die Abbildungen zeigen die flächige Verteilung der Emission aus dem Hausbrand pro km²-Raster mit maximalen Werten in Gebieten mit hoher Altbau- und hoher Bevölkerungsdichte. Die Staubemissionen konzentrieren sich in den noch zu einem höheren Prozentsatz mit Kohle beheizten zentralen Bezirken Friedrichshain, Prenzlauer Berg, Mitte, Kreuzberg und im nördlichen Neukölln.

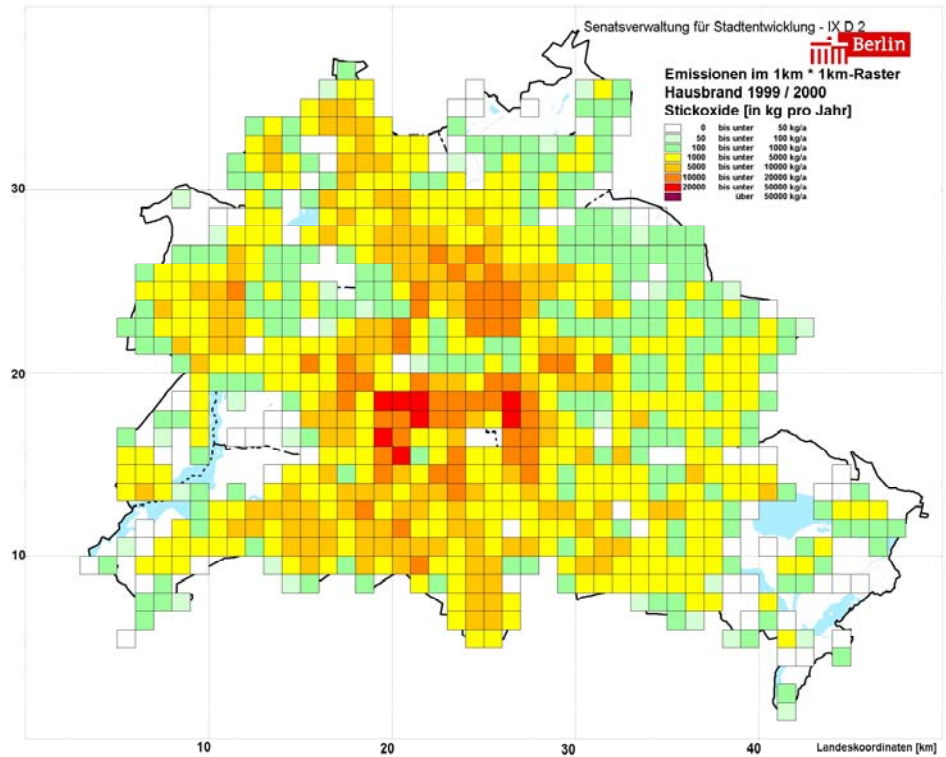


Abb. II.1.13 Stickoxidemissionen aus Hausbrand 1999/2000

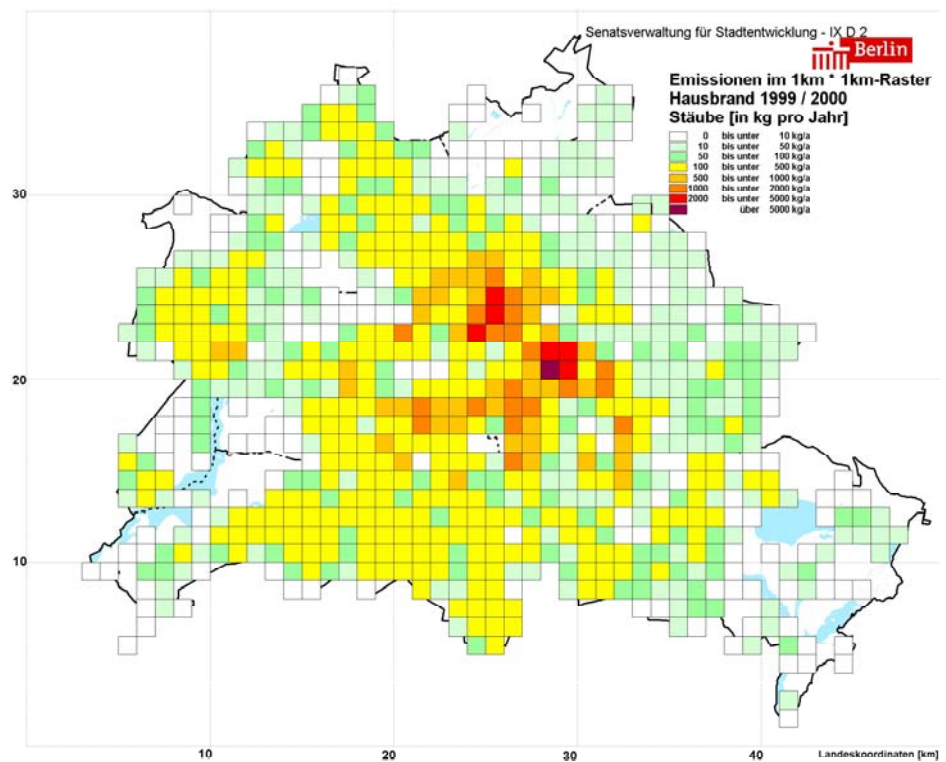


Abb. II.1.14 Feinstaubemissionen aus Hausbrand 1999/2000

Straßenverkehr

Die NO_x -Emissionen für jeden Hauptstraßenabschnitt im Jahre 2002 sind in Abb. II.1.15 dargestellt. Die hohen Emissionen entlang der Autobahnen in Berlin sind deutlich zu erkennen. Die aus dem Auspuff und durch Aufwirbelung und Abrieb bedingten Feinstaubemissionen der Haupt- und Nebenstraßen sind als Rasterkarte in Abb. II.1.16, und die entsprechenden Stickoxidemissionen sind in Abb. II.1.17 dargestellt. Auch in den Rasterkarten sind die hohen Emissionen entlang der Stadtautobahnen zu erkennen. Es ist aber auch zu sehen, dass der gesamte Innenstadtbereich hohe Emissionen aufweist.

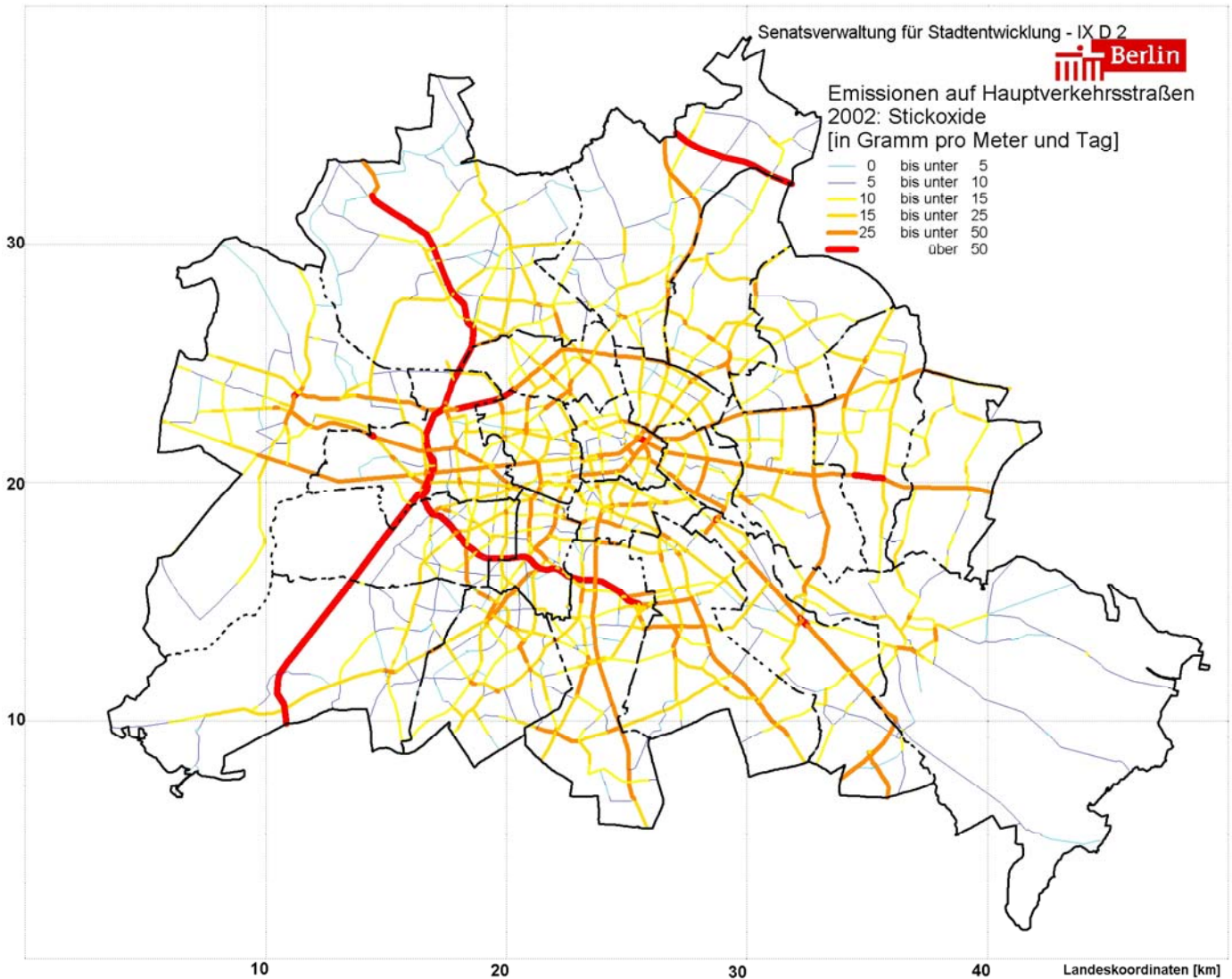


Abb. II.1.15 Stickoxidemissionen des Kfz-Verkehrs im Hauptstraßennetz im Jahr 2002

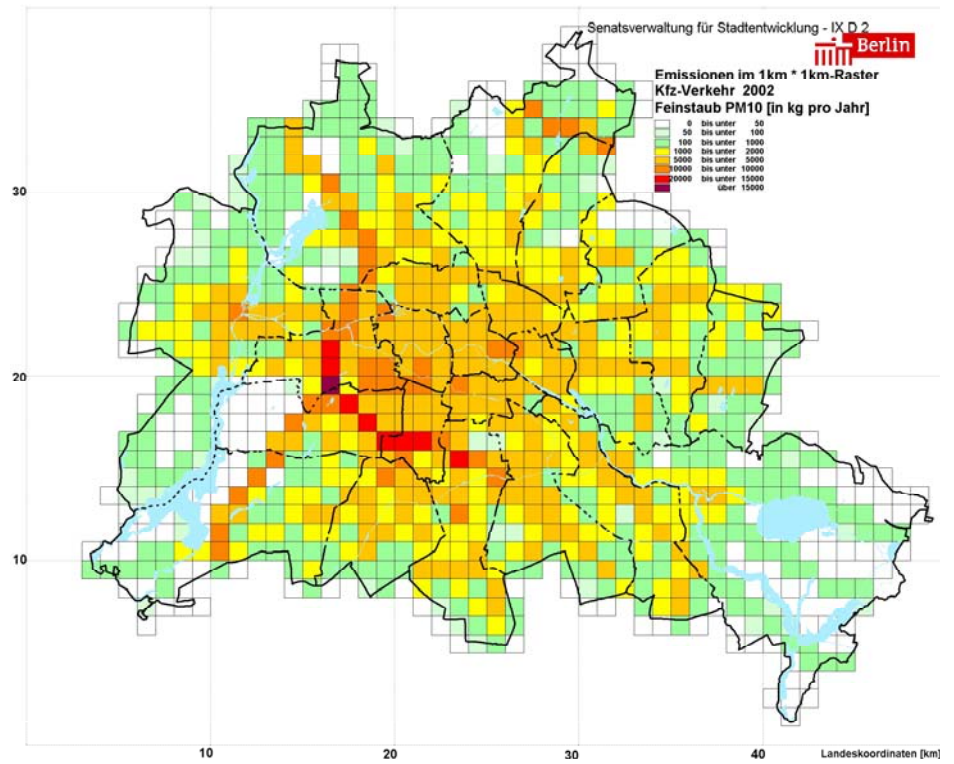


Abb. II.1.16 Feinstaubemissionen des Kfz-Verkehrs im Jahr 2002

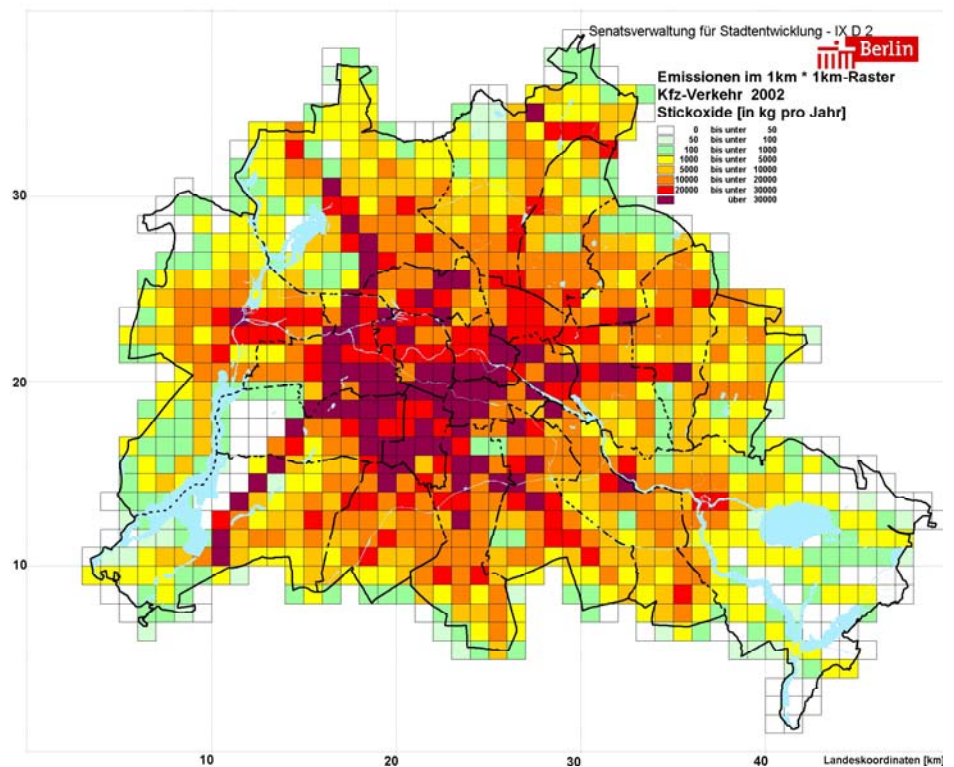


Abb. II.1.17 Stickoxidemissionen des Kfz-Verkehrs im Jahre 2002

Fazit aus den Emissionsbilanzen in Berlin

Seit der Vorlage des letzten Berliner Luftreinhalteplanes im Jahre 1994 [I.1] sind die Emissionen der kritischen Luftschadstoffe Feinstaub und Stickoxide bei allen Verursachergruppen vermindert worden.

Beim Feinstaub ergeben sich bis 2002 folgende Minderungen (vgl. Abb. II.1.17 und Tab. II.1.9):

- 90% beim Hausbrand
- 80% bei den Industrieanlagen
- 65% bei den Auspuffemissionen des Kfz-Verkehrs

Hier haben sich vor allem die Verdrängung der Kohleofen-Heizungen durch Fernwärme und Erdgas, die Stilllegung und Modernisierung von Kraftwerken und die Flottenerneuerung der dieselbetriebenen Kraftfahrzeuge (Busse, Lkw und Pkw) ausgewirkt.

Bei den Stickoxiden ergeben sich die folgenden Minderungen (siehe Abb. II.1.19):

- 60% bei den Industrieanlagen
- 45 % bei den Auspuffemissionen des Kfz-Verkehrs

Auch hier waren die Stilllegung und Modernisierung der Kraftwerke und die Modernisierung der gesamten Kraftfahrzeugflotte die entscheidenden Maßnahmen.

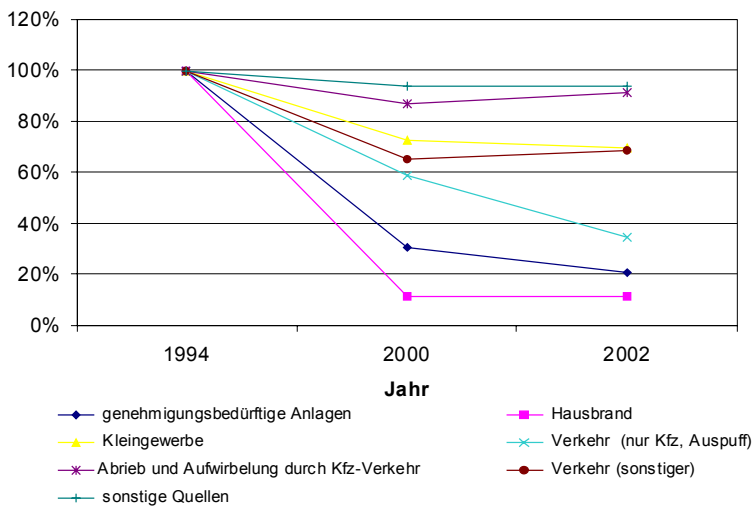


Abb. II.1.18 Minderung der Feinstaubemissionen seit 1994

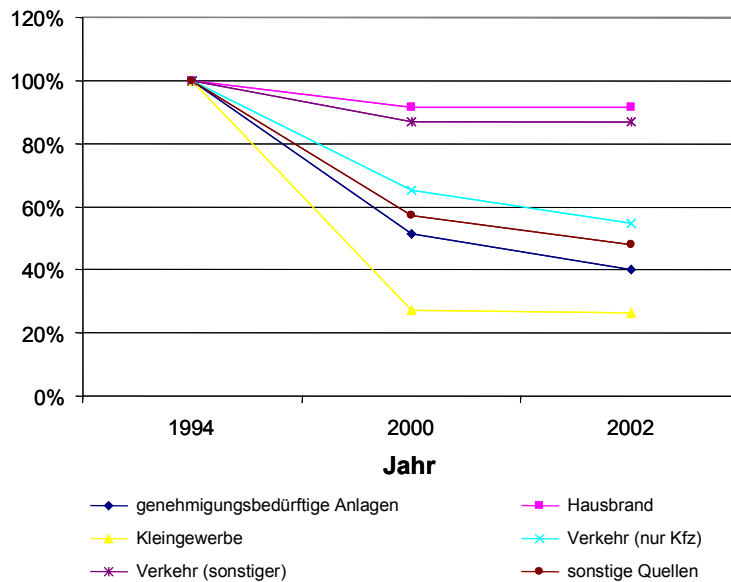


Abb. II.1.19 Minderung der Stickoxidemissionen seit 1994

Aus diesen Schadstoffemissionen wird die Schadstoffbelastung mit Modellrechnungen bestimmt (siehe Kapitel II.2.4) und die daraus mittels Ursachenanalyse (in Kapitel II.3) abgeleiteten Maßnahmen der Luftreinhalteplanung werden in III.1.2 dargestellt.

II.1.5 Emissionen in der Umgebung Berlins

Für die in Abschnitt II.1.6.2 beschriebene Modellierung der Luftschadstoffbelastung wurde im Umkreis von ca. 130 km um Berlin eine räumlich hoch aufgelöste Emissionsdatenbasis für das Jahr 2000 erstellt. Die Emissionsdaten aus diesem Gebiet, das ganz Brandenburg, Teile von Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen, Polen und Mecklenburg-Vorpommern umfasst, basieren u.a. auf den Angaben des Landes Brandenburg. Sie wurden vom Meteorologischen Institut der FU Berlin [II.19] an die großräumige europäische Datenbasis EMEP angepasst und auf die Jahre 2005 und 2010 hochgerechnet (vgl. Tab. II.1.9). Die Emissionsdaten der einzelnen Verursachergruppen wurden größtenteils aus Stoffbilanzen hergeleitet und umfassen zum Teil diffuse Emissionen aus sonstigen Quellen.

Die Emissionen der genehmigungsbedürftigen Industrieanlagen und des Hausbrandes sind - bezogen auf die Einwohnerzahl des Gebietes - im Vergleich zu den Berliner Daten relativ hoch. Das spiegelt die großen Minderungserfolge wieder, die im Stadtgebiet von Berlin bereits erzielt werden konnten. Bei den Verkehrsemissionen ist das starke Verkehrsaufkommen auf den Autobahnen im nahen Umland Berlins erheblich an den hohen Emissionen beteiligt.

	2000	Trend 2005	Trend 2010
Schwefeldioxid	123219	107899	90992
Industrie	99582	92536	80964
Hausbrand	17725	14712	9572
Verkehr (nur Kfz)	5687	489	397
Verkehr (sonstiger)	226	162	59
Sonstige	0	0	0
Stickoxide	226071	188431	152182
Industrie	51998	48062	41609
Hausbrand	10534	10428	10323
Verkehr (nur Kfz)	142447	110747	84219
Verkehr (sonstiger)	21093	19194	16031
sonstige Quellen	0	0	0
Feinstaub (PM10)	50413	48041	45461
Industrie	25169	24083	22464
Hausbrand	8874	8708	8380
Verkehr (nur Kfz,)	10744	9866	9623
Verkehr (sonstiger)	2683	2388	1932
sonstige Quellen	2944	2996	3062
organische Gase	201089	155395	149256
Industrie	30581	27313	24910
Hausbrand	104634	92302	98575
Verkehr (nur Kfz)	58937	29766	20636
Verkehr (sonstiger)	6327	5333	4454
sonstige Quellen u. Haushalte	611	681	681

Tab. II.1.9 Emissionen (t/a) in der großräumigen Umgebung von Berlin (Radius von ca. 130 km)

II.1.6 Ermittlung der Luftbelastung in Berlin

Die wichtigste Grundlage jeder Luftreinhalteplanung ist eine möglichst vollständige zeitliche und räumliche Bestandsaufnahme der Luftbelastungssituation in Bezug auf die Immissionsgrenzwerte.

Die Europäische Rahmenrichtlinie zur Luftqualität [1.2] bzw. die 22. BImSchV sehen dazu die folgenden Möglichkeiten vor:

- (i) kontinuierliche, zeitlich hoch aufgelöste Messungen der Luftqualität.

In allen Gebieten und Ballungsräumen, in denen die Luftbelastung die Grenzwerte zu überschreiten droht, muss eine definierte Mindestanzahl von Messstellen pro Einwohner, insbesondere am Ort der mutmaßlich höchsten Exposition der Bevölkerung, eingerichtet werden. Demnach sind in Berlin mindestens 7 Messstellen für Feinstaub (PM10) und Stickstoffdioxid einzurichten.

Als Ergänzung zu solchen kontinuierlichen Messstationen dienen

- (ii) Messung in Form von räumlichen und zeitlichen Stichproben oder zeitlich aggregierten Messungen,
(iii) statistische Methoden zur Extra- und Interpolation und
(iv) die Anwendung von Ausbreitungsmodellen.

Zu (i) und (ii) betreibt die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung ein umfangreiches Messnetz, das im nachfolgenden Abschnitt kurz beschrieben wird.

Da aus Kosten- und Kapazitätsgründen nur eine begrenzte Anzahl von Messstellen betrieben werden kann, wird von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung intensiv Gebrauch von Simulationsmodellen gemacht. Diese haben den Vorteil,

- dass Informationen über die räumliche Verteilung der Luftbelastung zwischen den Luftgüte-Messstellen gewonnen werden können,
- dass die zukünftige Entwicklung der Schadstoffbelastung auf der Basis von Annahmen in Szenariorechnungen (z.B. verstärkter Einsatz von Minderungstechnologie durch Partikelfilter für Dieselfahrzeuge) abgeschätzt werden kann.

Für die Luftreinhalteplanung, in deren Rahmen Aussagen zur zukünftigen Einhaltung der Immissionsgrenzwerte gemacht werden müssen, ist die Anwendung von Simulationsmodellen unverzichtbar. Abschnitt II.1.6.2 gibt eine Übersicht über die in Berlin eingesetzten Simulationsmodelle und ihre Anwendung.

II.1.6.1 Messungen der Immissionsbelastung – das Berliner Luftgüte-Messnetz (BLUME)

Das Messnetz bestand im Jahr 2003 aus 17 (ab August 2003 aus 18) ortsfesten Messstationen zur Luftschadstoffmessung, davon 7 Stationen im innerstädtischen Hintergrund, 5 Stationen im Stadtrand- und Waldgebiet und 5 (ab August 6) Stationen an Verkehrsschwerpunkten. Darüber hinaus waren 2 Stationen in größerer Höhe installiert, um Auskünfte über die Belastung in höheren Luftschichten und den Vertikalaustausch zu erhalten. Zwei Stationen dienten ausschließlich der Gewinnung meteorologischer Daten. Ein als mobile Messstation eingerichteter Messbus wurde im Bedarfsfall flexibel eingesetzt. Die Station 171 (Brückenstr.) diente u.a. als Experimentierstation für neue Mess- und Kalibrierverfahren.

An den meisten Stationen wurden die Schadstoffe PM₁₀, Stickoxide, Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid gemessen, an 10 Stationen Ozon, an 6 Benzol, Toluol und Xylol und an 7 die Belastung nach der Black-Smoke-Methode.

Gerade im Innenstadtbereich und dort insbesondere unmittelbar am Straßenrand sind sehr viele Messstationen zur Erfassung der verkehrsbedingten Luftschadstoffe notwendig, die inzwischen zur bedeutendsten Quellgruppe im Stadtgebiet geworden sind. Da an vielen zur Messung erforderlichen Standorten keine mit automatischen Messgeräten bestückten Container aufgestellt werden konnten, wurden Aktiv- und Passivsammlergeräte (in der Regel an Laternenpfählen befestigt) eingesetzt, deren Filter bzw. Passivsammlertöpfe wöchentlich eingesammelt, ausgetauscht und im Labor untersucht wurden. Die Passivsammler lieferten Wochenmittelwerte für Stickstoffdioxid, die Aktivsammler nach thermografischer bzw. gaschromatografischer Analyse Wochenmittelwerte für Ruß bzw. Benzol. Die Dieselrußmessungen sind im Hinblick auf Maßnahmenkontrolle auf dem Sektor der Emittentengruppe Verkehr unerlässlich. Auf diese Weise konnten im Jahr 2003 zusätzlich an 39 Verkehrsstandorten und 3 Hintergrundstandorten, davon 2 in der Innenstadt, einer am Stadtrand, die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid, Benzol und Ruß erfasst werden.

Um den EU-Richtlinien und der daraus hervorgegangenen Novellierung des BImSchG und der 22. BImSchV von 2002 Rechnung zu tragen, wurden in den letzten Jahren einige Veränderungen im Berliner Luftgüte-Messnetz vorgenommen. Da die Konzentration von Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid nur noch einen Bruchteil der Grenzwerte beträgt, konnten die Messungen dieser Komponenten entsprechend reduziert werden. Gleichzeitig wurde mehr Augenmerk auf die Bestimmung von Feinstaub (PM₁₀) und Stickstoffdioxid vor allem in Verkehrsnähe gelegt.

Hier die wesentlichen Änderungen seit der Einführung der neuen Europäischen Vorschriften:

- Bereits seit 1997 wurde das Messnetz von der Gesamt-Schwebstaub-(TSP)-Messung auf PM₁₀-Messung umgestellt. Seit Anfang 2002 ist diese Umstellung abgeschlossen, d.h. es wird hinsichtlich Schwebstaub nur noch PM₁₀ gemessen.
- Im Jahr 2002 wurden 9 Schwefeldioxid-Messstellen, 6 Kohlenmonoxid-Messstellen sowie 4 im innerstädtischen Hintergrund oder am Stadtrand gelegene automatische Messstellen für Schwebstaub und Stickoxide stillgelegt.

- Im Jahr 2003 wurde am Hardenbergplatz eine weitere Verkehrsmessstelle in Betrieb genommen. Diese erfasst PM10, Stickoxide, Kohlenmonoxid und Benzol, Toluol und Xylol.
- Im Jahr 2004 wurden am Stadtrand zwei Schwefeldioxid-Messstellen, eine Kohlenmonoxid-Messstelle und eine PM10-Messstelle, im innerstädtischen Hintergrund zwei Messstellen, die Stickoxide und PM10 sowie Benzol (an einer der beiden Stationen) erfassten, sowie in Straßennähe zwei Kohlenmonoxid-Messstellen stillgelegt. Stattdessen wurde 2004 an der Verkehrsmessstelle Silbersteinstraße mit der PM10-Messung begonnen.
- Im Jahr 2005 wurde die Messstelle MC014 einschließlich RUBIS-Messstelle am Lerschpfad eingestellt. Dafür wurde eine weitere Verkehrsmessstelle am Mariendorfer Damm für die Komponenten PM10- Staub, Stickoxide und Kohlenmonoxid in Betrieb genommen. An der Verkehrsmessstelle MC220 (Karl Marx Straße) wurde anstelle von Kohlenmonoxid mit der PM10- Staub Messung begonnen.
- Bei den oben erwähnten Kleinmessstellen mit den Aktiv- und Passivsammlern zur Gewinnung von Stickstoffdioxid-, Benzol- und Ruß-Wochenmittelwerten (RUBIS-Messstellen) wurden im Jahr 2004 ein Gerät am Stadtrand und 10 Geräte an Verkehrsstandorten, die sich im vorangegangenen Jahr als weniger immissionsbelastet herausgestellt hatten, außer Betrieb gesetzt. Stattdessen wurden 7 neue Geräte an weiteren Verkehrsstandorten in Betrieb genommen. 2005 wurden in Spandau 2 weniger belastete Standorte durch einen höher belasteten Standort ersetzt. Damit fand eine weitere Verlagerung der Messstandorte hin zu Verkehrsschwerpunkten mit zu erwartenden, besonders hohen Immissionsbelastungen statt.

Im Jahr 2005 werden an Insgesamt 16 Messcontainern (5 am Stadtrand, 5 im innerstädtischen Hintergrund und 6 an Straßenstandorten) und an 35 RUBIS-Messstellen Luftschadstoffmessungen durchgeführt. Die RUBIS-Messungen werden ab dem Jahr 2005 als Zweiwochenwerte erfasst. Die Lage der Messstellen ist der Abb. II.1.20 zu entnehmen. Die genauen Adressen sind auf den Internet-Seiten der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung [II.31] zu finden.

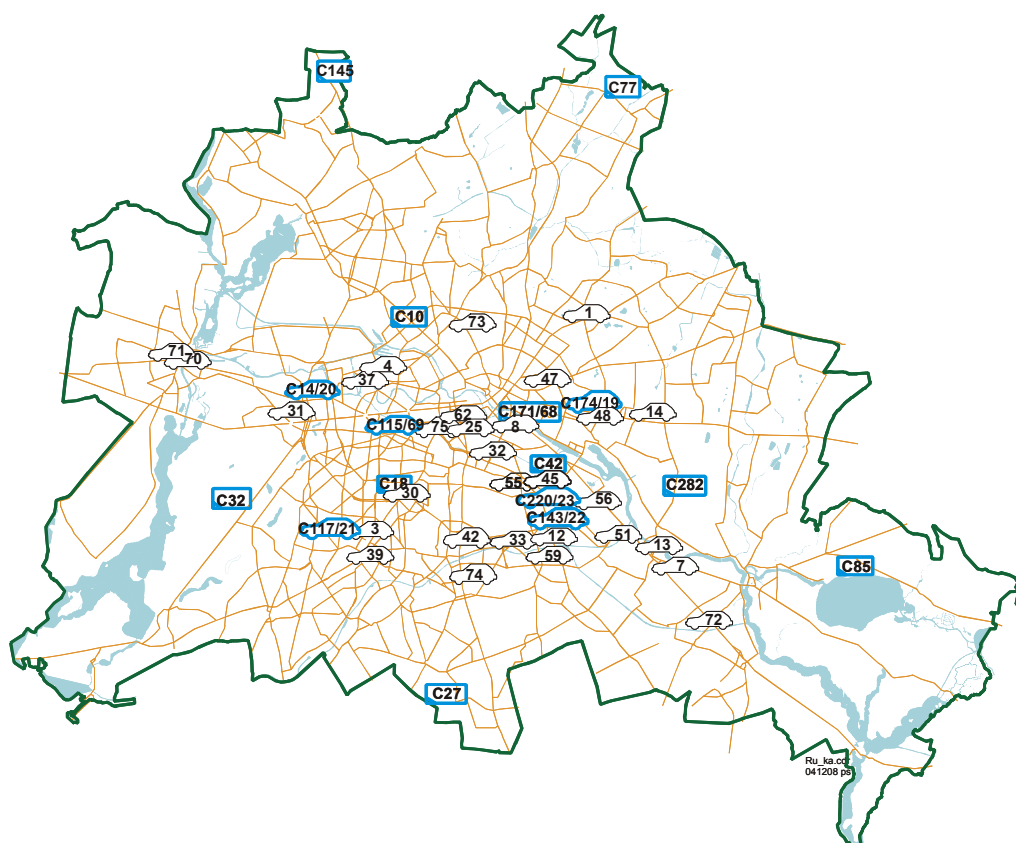


Abb. II.1.20 Lage der Aktiv- und Passivsammler-Standorte zur Sammlung von Wochenproben von Benzol, Ruß und Stickstoffdioxid (schwarz umrandete Symbole) sowie der automatischen Container-Messstellen (blau umrandete Symbole) im Jahr 2004

II.1.6.2 Simulation der Luftbelastung mit Modellen

Modelle zur Berechnung der Ausbreitung von Luftschadstoffen erlauben es, die kausalen Zusammenhänge zwischen den Emissionen der Luftschadstoffe und der daraus resultierenden Luftbelastung (Immissionen) deutlich zu machen.

Modelle können danach zur räumlichen Darstellung der Schadstoffverteilung und der Maßnahmenplanung in allen Skalenbereichen (national, Ballungsgebiet, Straße) eingesetzt werden.

Wie in Kapitel II.3 ausführlich dargelegt, bestehen solche Zusammenhänge zwischen Schadstoffquelle und Rezeptor über weite Entfernungen hinweg, weil Schadstoffe, wie Feinstaub (PM10) oder Ozon, sich teilweise erst durch luftchemische Vorgänge in der Atmosphäre bilden und über mehrere Tage dort verbleiben können. Bei der in Mitteleuropa vergleichsweise hohen Dichte von Quellen für Luftschadstoffe entsteht ein großräumig verteilter Hintergrundpegel, der in nicht unerheblichem Maße zur Überschreitung, insbesondere der PM10-Grenzwerte, beiträgt und damit den lokalen Handlungsspielraum zur Minderung der Luftbelastung einschränkt.

Zur Berechnung dieser Hintergrundbelastung und ihrer zukünftigen Entwicklung werden Modelle benötigt, die nicht nur Berlin und seine unmittelbare Umgebung abdecken, sondern den Ferntransport von Schadstoffen über viele Hunderte von Kilometern – auch über Ländergrenzen hinweg – berechnen können.

In der Nähe hoher Schadstoffemissionen, wie z.B. in verkehrsreichen Straßenschluchten, treten auch hohe Immissionskonzentrationen auf. Anders als in den meisten Industriegebieten sind in verkehrsreichen Straßen viele Menschen – ob als Anwohner, Kunden oder Beschäftigte – einer erhöhten Schadstoffbelastung ausgesetzt. Um der Vorgabe der Europäischen Richtlinien nach Einhaltung der Grenzwerte am Ort der höchsten Exposition Rechnung zu tragen, ist eine möglichst lückenlose Quantifizierung der Schadstoffbelastung notwendig. Dazu wurden in Berlin die im letzten Abschnitt beschriebenen Messungen mit Modellrechnungen in allen verkehrsreichen Straßen, in denen Grenzwerte potentiell überschritten werden, ergänzt. Allerdings spielt selbst in einer verkehrsbelasteten Straßenschlucht der Anteil der durch die übrigen Quellen in der Stadt oder durch Ferntransport von Schadstoffen erzeugten Vorbelastung eine wichtige Rolle. Deshalb wurde für die Planung von Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität in Berlin ein System von Modellen angewandt, das sowohl den großräumigen Einfluss weit entfernter Quellen als auch den Beitrag aller Emittenten im Stadtgebiet bis hinein in verkehrsreiche Straßenschluchten berechnen kann. Die räumliche Ausdehnung der Modelle und ihre Auflösung ist in Abb. II.1.21 schematisch dargestellt.

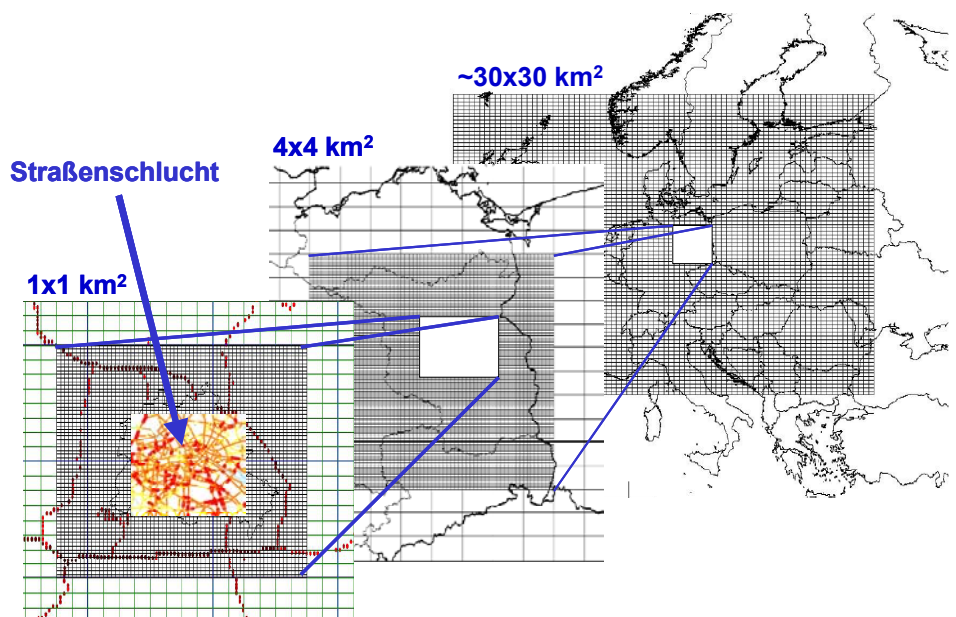


Abb. II.1.21 Schema der räumlichen Ausdehnung der in Berlin für die Luftreinhaltung angewandten Ausbreitungsmodelle sowie deren Auflösung

Für die einzelnen Skalen werden die folgenden Modelle eingesetzt:

Straßenschluchtskala

Die Luftschadstoff-Immissionen des Verkehrs in Straßenschluchten wurden mit dem Programm IMMIScpb modelliert. Es ermöglicht die Berechnung von Stundenwerten der durch den lokalen Verkehr erzeugten Immissionsbelastung an beliebigen Aufpunkten (Rezeptoren) in einer Straßenschlucht mit differierender Bebauungshöhe und mit winddurchlässigen Gebäudelücken auf der Basis leicht zugänglicher meteorologischer Größen. Als weitere wesentliche Eingangsgröße wird die Emission für jeden Straßenabschnitt benötigt. Wie im Abschnitt II.1.4.4 ausführlich beschrieben, wurden die Emissionen mit IMMISem aus den aktuellen Verkehrsdaten berechnet.

Die durch die Stadt hervorgerufene Belastung ergibt sich aus der Summe der mit dem Straßenschluchtmodell berechneten Zusatzbelastung, aus dem lokalen Straßenverkehr und der städtischen Hintergrundbelastung, die mit IMMISnet berechnet wurde.

Städtische Hintergrundbelastung

IMMISnet ist ein immissionsklimatologisches Ausbreitungsmodell zur Berechnung der flächenhaften Luftschadstoffbelastung. Das Modell beschreibt den stationär behandelten Prozess der Verdünnung und des Transports von Schadstoffen aus Punkt-, Linien- oder Flächenquellen unter der Annahme einer Gaußschen Normalverteilung. Gaußsche Ausbreitungsmodelle sind seit Jahren erprobte Instrumentarien für immissionsklimatologische Fragestellungen im Rahmen von Luftreinhalteplänen oder Genehmigungsverfahren nach TA Luft. Auf der Basis der Gaußschen Rauchfahngleichung berechnet IMMISnet die Immissionsbeiträge aus den Emissionen aller erfassten Flächen-, Linien- und Punktquellen der Stadt, die im vorhergehenden Abschnitt beschrieben wurden. Der insbesondere bei Feinstaub (PM₁₀) beträchtliche Beitrag von Quellen außerhalb des Ballungsraumes wird von IMMISnet nicht erfasst. Einzelheiten zur Funktion der IMMIS-Modellfamilie sind in [II.49] [II.50] beschrieben.

Regionale Hintergrundbelastung

Zur Berechnung der für die Bestimmung der Gesamtbelastung erforderlichen regionalen Hintergrundbelastung wurde das REM-CALGRID-Modell (RCG) eingesetzt. RCG ist ein so genanntes Aerosol-Chemie-Transport-Modell, das im Auftrag des Umweltbundesamts an der FU Berlin entwickelt wurde [II.13] [II.14] [II.15]. Es werden die wesentlichen in der Atmosphäre ablaufenden chemisch-physikalischen Prozesse simuliert, die zur Bildung von Oxidantien wie Ozon oder Stickstoffdioxid oder zur Bildung von sekundären Feinstaubpartikeln wie Sulfat, Nitrat und Ammonium führen. Diese Partikel stellen einen bedeutenden Anteil der Feinstaub (PM₁₀)-Immission (siehe Abschnitt II.3). Natürliche PM₁₀-Beiträge, wie aufgewirbelter Bodestaub und die Seesalzbestandteile Na und Cl, werden im Modell ebenfalls berücksichtigt. Das RCG-Modell kann zur Berechnung der kurz- und langfristigen Schadstoffbelastungen in der europaweiten, der nationalen sowie der regional/urbanen Skala eingesetzt werden. Alle in den EU-Richtlinien definierten Luftqualitätswerte können bestimmt werden.

Die Prognosegüte des RCG-Modells wurde im Rahmen mehrerer internationaler Modellvergleiche [II.14] [II.16] [II.17] [II.18] überprüft. Insgesamt hat der Ergebnisvergleich gezeigt, dass die Prognosequalität des mittelkomplexen RCG-Modells durchweg vergleichbar mit derjenigen anderer, zum Teil deutlich komplexerer Modelle ist. Die von den Modellen berechnete Immissionsänderung als Folge der Emissionsänderung ist zur Bewertung der Maßnahmen verwendbar, da die wesentlichen in der Atmosphäre ablaufenden physikalisch-chemischen Prozesse in den Modellen inzwischen in ausreichender Genauigkeit beschrieben werden.

Im Rahmen der Entwicklung des Luftreinhalteplans Berlin wurde das RCG-Modell insbesondere zur Bestimmung der urbanen Hintergrundbelastung von Stickoxiden und Feinstaub eingesetzt. Die skalenübergreifende Anwendungsoption des RCG-Modells („Nesting“) ermöglichte die Bestimmung des urbanen Hintergrunds als Summe der Beiträge des überregionalen Ferntransports und der Beiträge aus dem Berliner Umland. Die Anwendung des RCG-Modells erfolgte dazu in den zwei Skalenbereichen (siehe Abb. II.1.21):

Europaweiter Hintergrund

Das Rechengebiet umfasste ganz Mitteleuropa. Die Schadstoffkonzentrationen wurden in einer Auflösung von circa 25x25 km² berechnet.

Regionaler Hintergrund

Das Rechengebiet umfasste ganz Brandenburg und die an Brandenburg angrenzenden Teile von Sachsen, Sachsen-Anhalt, Mecklenburg-Vorpommern und Polen. Die Schadstoffkonzentrationen wurden in einer Auflösung von circa 4 x 4 km² berechnet. Die Beiträge des europäischen Hintergrunds wurden über die Randbedingungen berücksichtigt.

Darüber hinaus kann mit RCG auch die städtische Hintergrundkonzentration in einer Auflösung von circa 1 km² des Gebiets innerhalb des Autobahnringes um Berlin berechnet und mit den Resultaten des oben genannten, einfacheren Modells IMMISnet verglichen werden. Die RCG-Anwendungen in den drei Skalenbereichen und ein Vergleich der Modellergebnisse mit Messdaten und mit IMMISnet sind in [II.19] bzw. [II.20] dokumentiert.

In Bezug auf PM₁₀ stimmen beide Modelle gut überein. Obwohl IMMISnet zur Ableitung der NO₂-Konzentration aus NO_x-Werten nur eine statistische Funktion benutzt, besteht eine sehr gute Übereinstimmung mit den Messergebnissen der Wohngebietsmessstellen (vgl. Abb. II.2.13). Deshalb wurde für die Berechnung des städtischen Hintergrunds in Abschnitt II.2.4 und für die in Kapitel I vorgestellten Szenarienrechnungen anstelle des komplexeren RCG-Modells das einfachere und zeitlich flexibler einsetzbare Modell IMMISnet verwendet.

Modellqualitäten

Die Ergebnisse für den städtischen Hintergrund zeigen, dass die berechneten NO₂-Jahresmittelwerte nahezu an allen städtischen Wohngebietsmessstellen die in der Tochterrichtlinie 1999/30/EG bzw. der 22. BImSchV für Modellrechnungen definierte Datenqualitätsanforderung erfüllen. Das Datenqualitätsziel der 22. BImSchV auch für den PM₁₀-Jahresmittelwert wird ebenfalls eingehalten.

Ein Datenqualitätsziel für die Feinstaub-Tagesmittelwerte ist noch nicht festgeschrieben. Allerdings existiert eine sehr enge statistische Beziehung zwischen dem Jahresmittelwert der Feinstaubkonzentration und der als 24 h-Grenzwert festgelegten 36-sten Überschreitung eines Tagesmittels von 50 µg/m³ PM₁₀, die auch im Modell für die Berechnung der Überschreitungstage verwendet wurde. Nach dieser aus langjährigen BLUME-Messungen abgeleiteten Beziehung ist bei Überschreitung eines Jahresmittelwerts von 29 µg/m³ PM₁₀ auch mit einer Überschreitung des 24 h-Grenzwertes an mehr als 35 Tagen im Jahr zu rechnen.

II.2 Die Luftqualität in Bezug zu den europäischen Grenzwerten

II.2.1 Überblick

Wie viele deutsche und europäische Großstädte (siehe dazu die Beiträge zu einem Städtetkongress in Berlin, November 2003, [II.21]) steht auch Berlin bezüglich der Einhaltung der neuen EU-Grenzwerte vor einer Herausforderung. Ein regelmäßig von der Stadt Linz erstellter Vergleich der Luftqualität in europäischen Städten [II.51] zeigt, dass Berlin zum Beispiel hinsichtlich der Anzahl von Tagen mit Überschreitungen des 24 h-Grenzwertes für Feinstaub sich im europäischen Mittelfeld bewegt (siehe Abb. II.2.1).

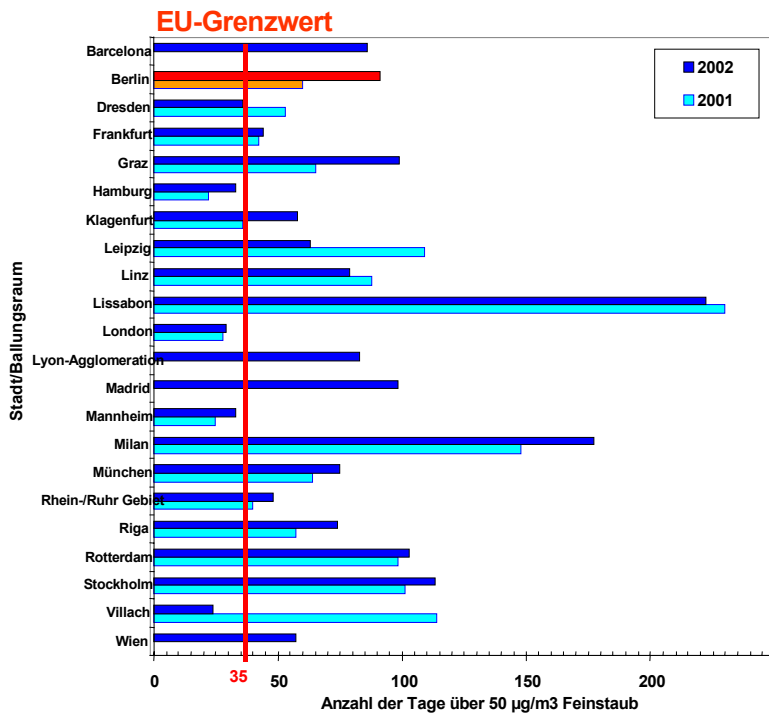


Abb. II.2.1 Anzahl von Überschreitungen des 24h-Grenzwertes für Feinstaub (PM10) in ausgewählten europäischen Städten [II.51]

In diesem Kapitel wird kurz dargestellt, wie die Luftqualität in Berlin in Bezug auf die in Tab. I.2.1 aufgeführten europäischen Grenzwerten zu bewerten ist. Neben einer Beschreibung der langjährigen Entwicklung der Luftqualität wird die Situation in 2002 dargestellt, dem Jahr, in dem die Luftqualität erstmals nach der 1. Tochterrichtlinie bzw. der 22. BImSchV zu beurteilen ist.

Die Tab. II.2.1 enthält eine zusammenfassende Bewertung der Luftqualität in Berlin.

Komponente	Wichtigste Quellen der Belastung	Situation in Berlin	Handlungsbedarf
Schwefeldioxid	Importiertes Schwefeldioxid, Wohnungsheizungen, Kraftwerke, Industrie, inzwischen auch der Verkehr (Dieselmotoren)	Kein Problem mehr	-
Kohlenmonoxid	Verkehr, Ofenheizungen	Kein Problem mehr	-
Benzol	Verkehr (Benzinmotoren)	Gelöstes Problem: keine Überschreitungen des EU-Grenzwertes mehr, Tendenz weiter fallend	Eingeleitete Maßnahmen im Verkehr reichen aus, um Grenzwerte weiterhin einzuhalten
Stickstoffdioxid	Verkehr, importiertes Stickoxid, Wohnungsheizung, Industrie & Kraftwerke	Ernstes Problem: Überschreitungen des EU-Grenzwertes 2010 an allen Verkehrsmessstellen; Überschreitung der Toleranzmarge	Zusätzliche Maßnahmen in Berlin und EU-weit notwendig, hauptsächlich im Verkehrssektor
Feinstaub (PM10)	Verkehr, private Haushalte (inkl. Wohnungsheizung), importierter Sekundärstaub, Industrie, Baugewerbe, biologisches Material (z.B. Pollen)	Sehr ernstes Problem: Zahlreiche Überschreitungen des EU-Grenzwertes 2005 in Verkehrsnahe und teilweise in innerstädtischen Wohngebieten	Zusätzliche Maßnahmen in mehreren Sektoren in Berlin und national/EU-weit erforderlich, in Berlin hauptsächlich im Verkehr
Ozon	Ozon wird kaum emittiert, sondern aus Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen gebildet: Quellen dafür sind: Verkehr, Kraftwerke, Industrie, private Haushalte; Gut ein Drittel der Ozonkonzentration ist natürlichen Ursprungs; nur ein sehr geringer Teil der Belastung ist lokal bedingt	Ernstes Problem: Überschreitungen der künftigen EU-Zielwerte und Langfristziele in Wohngebieten und am Stadtrand	Zusätzliche Maßnahmen national und EU-weit erforderlich

Tab. II.2.1 Zusammenfassende Bewertung der Luftqualität in Berlin

Die langjährigen Messungen des BLUME-Messnetzes zeigen eine deutliche Verbesserung bei Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid. Als Folge der Maßnahmen im letzten Luftreinhalteplan [I.1] und aufgrund verschärfter Abgasvorschriften bei Anlagen und Kraftfahrzeugen werden die Luftqualitätsziele dieser Schadstoffe um ein Vielfaches unterschritten.

Auch die Benzolbelastung im Berliner Hauptverkehrsstraßennetz ist auf ein Viertel der Werte Anfang der 90-er Jahre gesunken, so dass seit 2003 der ab 2010 einzuhaltende Benzolgrenzwert an allen Verkehrsmessstellen eingehalten wird.

Als Problemfelder der Luftreinhaltung bleiben Stickstoffdioxid, Feinstaub (PM10) und Ozon.

Auf Ozon wird hier nicht weiter eingegangen. Die wegen der Überschreitungen der Zielwerte (siehe [II.24], [II.25]) der 33. BImSchV notwendigen Maßnahmenprogramme werden wegen des großräumigen, zum Teil grenzüberschreitenden Charakters der Ozonproblematik von der Bundesregierung entwickelt.

Maßnahmen zur Einhaltung der Stickstoffdioxid- und PM10-Grenzwerte liegen hingegen auch in der Verantwortung des Landes Berlin.

II.2.2 Langjährige Entwicklung der Stickstoffdioxid- und Feinstaub (PM10) Belastung in Berlin

II.2.2.1 Stickstoffdioxid

Die Konzentration von Stickstoffdioxid (NO₂) wird seit Jahren an einer Vielzahl von Messstellen in der Stadt registriert. Die Abb. II.2.2 zeigt den langjährigen Verlauf der mittleren Belastung an drei Kategorien von Messstellen, an denen kontinuierlich zeitlich hochaufgelöste Messungen vorgenommen werden:

- an fünf verkehrsnahen Messstellen an Hauptverkehrsstraßen (rote Kurve),
- an drei Messstellen, die für die Belastung von Wohnstraßen der Innenstadt mit wenig Verkehr (blaue Kurve) repräsentativ sind,
- an fünf Messstellen am Stadtrand (grüne Kurve).

Die Belastung mit NO_2 hat sich an allen drei Stationskategorien während der letzten zehn Jahre kaum verändert. Die Werte an verkehrsreichen Straßen (rote Kurve) liegen immer noch deutlich über dem EU-Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel. Die durch die Verbesserung der Abgastech-
nik der Fahrzeuge zu erwartende Abnahme der Stickoxidemissionen hat nicht zu einem Rückgang der Stickstoffdioxidbelastung geführt.

Im Gegensatz dazu haben die Werte für Stickstoffmonoxid (NO) - wiedergegeben durch die pinkfarbene Kurve - an den verkehrsnahen Messstellen in den letzten 5 Jahren um fast 40% abgenommen. Auch die in Kap. II.1.4 als Summe von NO und NO_2 (abgekürzt NO_x) angegebenen Stickoxidemissionen gehen zurück – in der 5. Jahresperiode zwischen 2000 und 2005 allerdings nur um knapp 30% (siehe Tab. II.1.8).

Die offensichtliche Diskrepanz zwischen der Entwicklung der lufthygienisch relevanten NO_2 -Belastung und den NO_x -Emissionen des Straßenverkehrs ist kein auf Berlin beschränktes Phänomen, sondern wird in vielen europäischen Ballungsräumen beobachtet (siehe z.B. [II.26]).

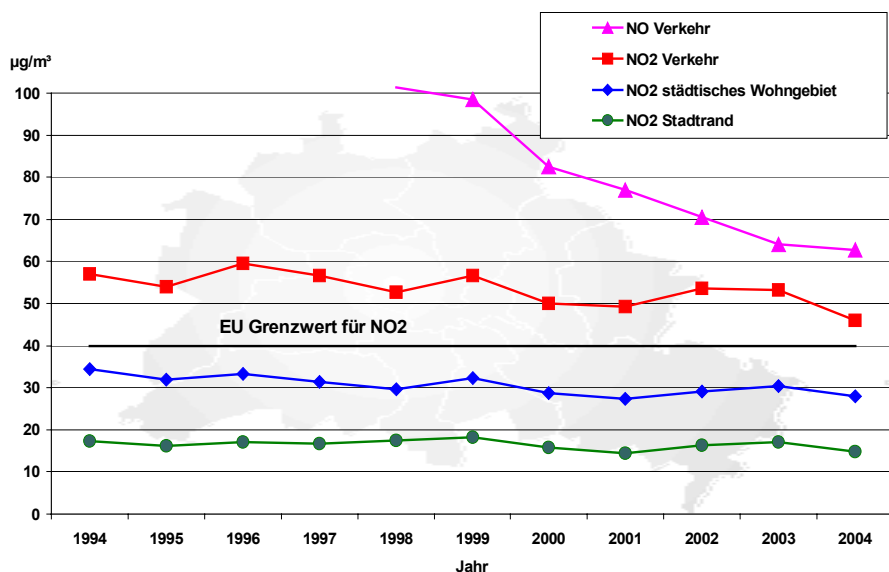


Abb. II.2.2 Langjähriger Trend der Stickstoffdioxid- und Stickstoffmonoxidwerte in Berlin

Für den schwach ausgeprägten NO_2 -Rückgang gibt es folgende Erklärungsansätze:

- Der Anteil und die Fahrleistung von Dieselfahrzeugen, die im Vergleich zu Fahrzeugen mit Ottomotor etwa viermal mehr Stickoxide emittieren, haben erheblich zugenommen. Dieselpkw machen heute über 40% der Neuzulassungen aus, gegenüber nur 17% Ende der 90er Jahre. Die Fahrleistung von Lkw, die überwiegend mit Dieselmotoren bestückt sind, hat ebenfalls überproportional zugenommen. Im Ergebnis wurde die durch die Einführung des Katalysators bei Ottomotoren erreichte drastische Minderung der Stickoxidemissionen des Autoverkehrs teilweise kompensiert.
- Die Emissionscharakteristik von Dieselfahrzeugen hat sich in den letzten Jahren anscheinend geändert. Durch den serienmäßigen Einsatz von Oxidationskatalysatoren in neuen Diesel-Pkw ist der Anteil des direkt emittierten NO_2 am Stickoxidausstoß der Fahrzeuge (bisher 10-20%) im Steigen begriffen [II.27]. Auch bei Stadtbussen sind z.T. bereits Partikelfilter im Einsatz, die einen Oxidationskatalysator enthalten und in naher Zukunft ist der zunehmende Einsatz von Abgasnachbehandlungssystemen mit oxidierenden Stufen zu erwarten, die auch bei diesen Fahrzeugen den Anteil des NO_2 an den NO_x -Emissionen weiter erhöhen dürfte.
- Der festgestellte Rückgang der NO_x -Emissionen hat deshalb nicht zu einem äquivalenten Rückgang der NO_2 -Konzentration an den Verkehrsmessstellen geführt.

Da die europäischen Abgasvorschriften den Anteil des NO_2 an den Stickoxidemissionen der Fahrzeuge bisher nicht separat regeln, muss bei der bevorstehenden Revision der Abgasgrenzwerte für Dieselfahrzeuge bei den Stickoxiden eine Regelung gefunden werden, die zu einer tatsächlichen Minderung der NO_2 -Werte in der Praxis führt.

II.2.2.2 Feinstaub (PM10)

Die Abb. II.2.3 zeigt die Entwicklung der PM10- und Rußkonzentration in Berlin und Umgebung über die letzten Jahre seit Umstellung der Messungen von Gesamtstaub auf Feinstaub (PM10).

Die rote Kurve zeigt die Belastung an drei verkehrsnahen Messstellen, während die blaue und dunkelgrüne Linie die Konzentrationen an drei Messstellen in innerstädtischen Wohngebieten bzw. an fünf Messpunkten am Stadtrand wiedergibt. Die Rußmesswerte an acht Verkehrsmessstellen werden durch die schwarze Kurve abgebildet. Zum Vergleich mit den städtischen Messwerten wurden Daten von bis zu vier ländlichen Stationen in Brandenburg hinzugefügt.

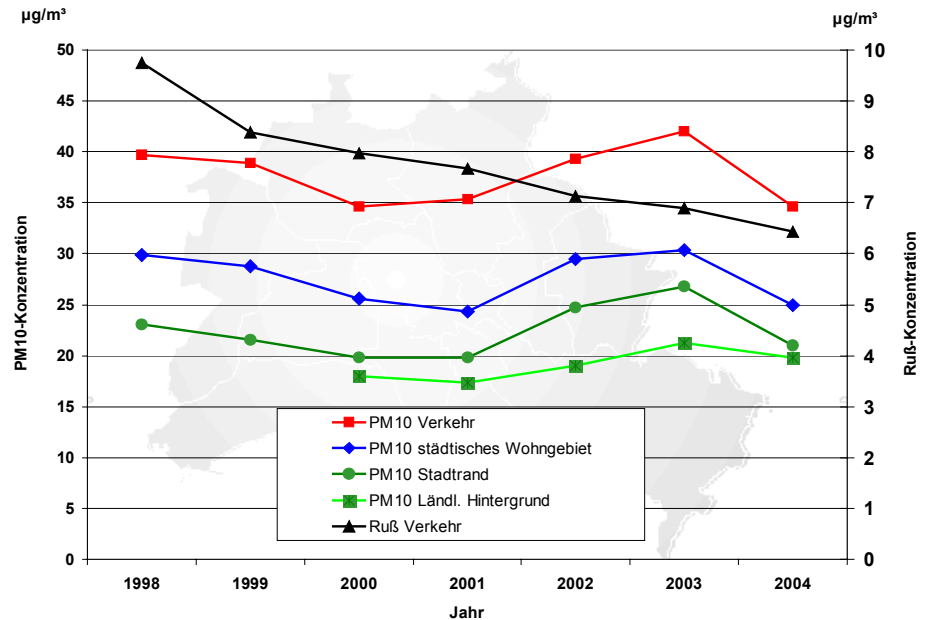


Abb. II.2.3 Langjähriger Trend der PM10- und Rußkonzentration in Berlin

Beim Vergleich der Kurven fällt Folgendes auf:

- Die PM10-Konzentration in ländlicher Umgebung in Brandenburg beträgt bereits etwa die Hälfte der PM10-Belastung in Berliner Hauptverkehrsstraßen der Innenstadt.
- Der bis Ende der 90er Jahre anhaltende Rückgang der Staubwerte hat sich in den letzten Jahren nicht fortgesetzt.
- Im Gegensatz dazu ging die Rußbelastung an Hauptverkehrsstraßen in den vergangenen 6 Jahren um fast 40% zurück – ein Resultat u.a. der abgastechnischen Verbesserung der Fahrzeuge, auch der BVG Busflotte, auf die in Kapitel II.1.4 ausführlicher eingegangen wurde.
- Die jährliche Variation der PM10-Werte ist an allen Stationen ähnlich. Insbesondere der deutliche Wiederanstieg der PM10-Werte in den Jahren 2002 und 2003 ist ein Phänomen, das gleichzeitig überall im Stadtgebiet, einschließlich der Stadtrandstationen und der Umlandstationen auftrat. Die Ursache ist deshalb nicht in erster Linie bei den Berliner PM10-Emissionen zu suchen, sondern auf ungünstige Witterungsbedingungen und die großräumige Verfrachtung der Feinstaubpartikel zurückzuführen. Darauf wird in den nächsten Abschnitten noch genauer eingegangen.

II.2.3 Die Beurteilung der Belastung durch Feinstaub (PM10) und Stickstoffdioxid anhand von Messungen

Stickstoffdioxid

Der einstündige Kurzzeitgrenzwert für Stickstoffdioxid (siehe Tab. I.2.1) wurde seit 2001 mit Ausnahme des Jahres 2003 an allen automatisch messenden BLUME-Stationen eingehalten. Im Jahr 2003 wurden an der Station Silbersteinstraße 21 Stundenmittelwerte über $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen und damit die bis 2010 zu erreichende Maximalzahl von 18 Überschreitungen geringfügig überschritten.

In Bezug auf den Jahresmittelwert liegen die Konzentrationen an allen verkehrsnahen Messpunkten immer noch weit über dem schärferen Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der im Jahre 2010 eingehalten werden muss. Die Abb. II.2.4 zeigt die Verteilung aller Messpunkte im Stadtgebiet und die dort gemessenen Mittelwerte für 2003. Zusätzlich zu den blau umrandet markierten automatischen Messcontainern sind auch alle mit NO_2 -Passivsammlern bestückten Messpunkte eingezeichnet, mit denen kostengünstig die Langzeitbelastung an vielen verkehrsnahen Standorten bestimmt wird. Der höchste Wert von $74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde 2003 in der Leipziger Straße gemessen. Im Jahr 2002, dem ersten Jahr der Beurteilung gemäß den neuen Europäischen Grenzwerten, wurde bei etwa gleich hoher Belastung an 8 Messpunkten die Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge ($56 \mu\text{g}/\text{m}^3$) überschritten.

Im Unterschied zu Feinstaub (PM10) sind die Konzentrationen an den mit einem Rechteck gekennzeichneten Messpunkten in den wenig verkehrsbelasteten Wohngebieten der Innenstadt und am Stadtrand sehr viel niedriger und betragen weniger als die Hälfte bzw. ein Drittel der verkehrsnah registrierten Messwerte.

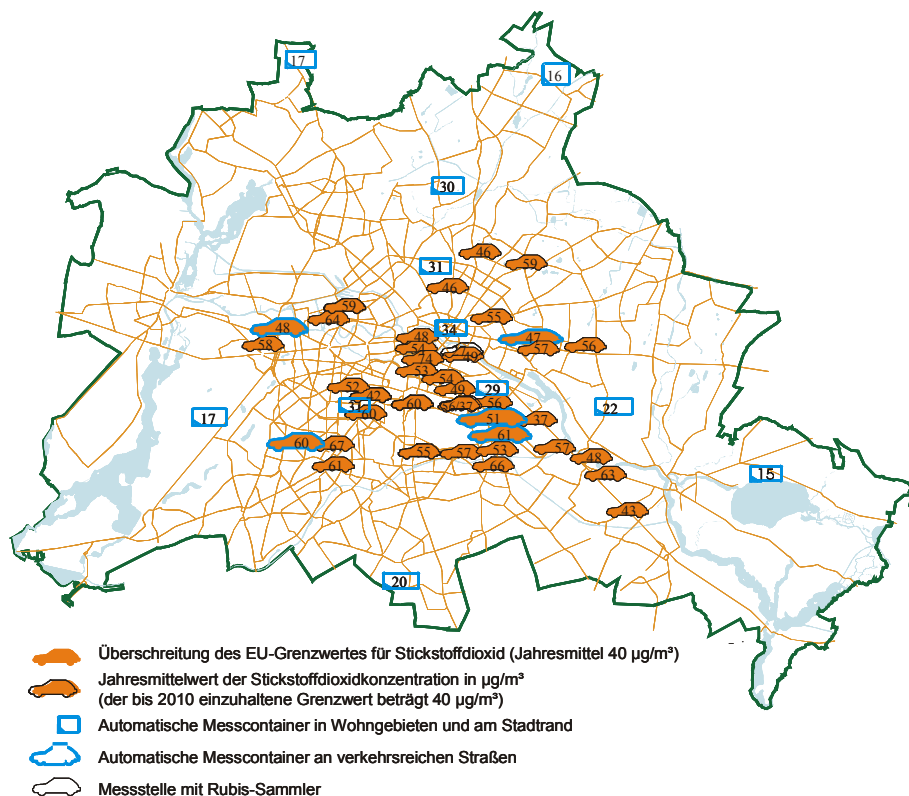


Abb. II.2.4 Gemessene mittlere Belastung an Stickstoffdioxid im Jahr 2003

Feinstaub (PM10)

Auch für Feinstaub gibt es zwei Grenzwerte. Sie müssen bereits im Jahr 2005 eingehalten werden (siehe Tab. I.2.1)

Der als Jahresmittelwert definierte Grenzwert wurde seit 2000 – mit Ausnahme des meteorologisch ungünstigen Jahres 2003 – an allen Messstellen eingehalten.

Wesentlich ungünstiger ist die Situation in Bezug auf den 24h-Grenzwert, der nur 35 Tage mit mehr als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 gestattet. Die Abb. II.2.5 zeigt die Zahl der Überschreitungstage für die Jahre 2002 bis 2004 für jede BLUME – Messstelle.

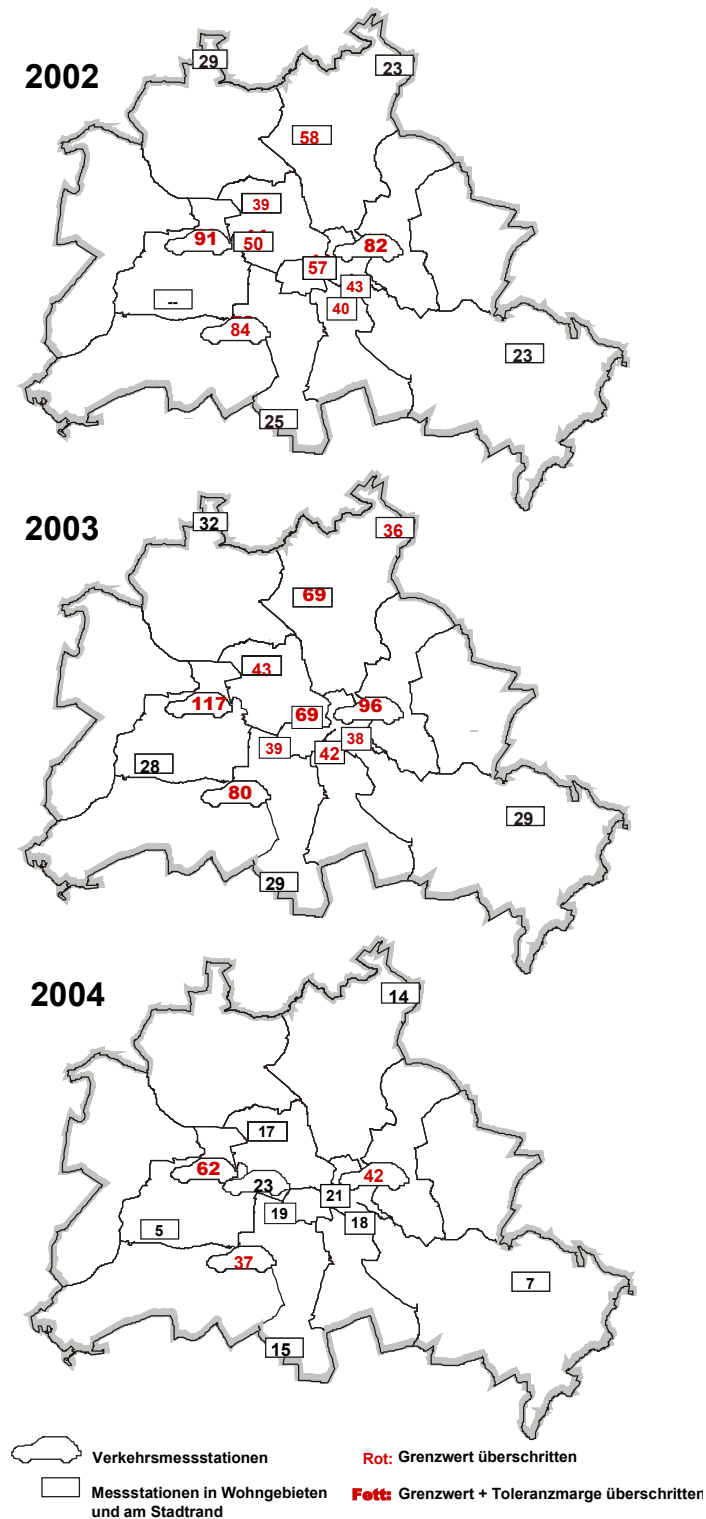


Abb. II.2.5 Anzahl der Tage mit PM10-Tagesmittelwerten über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für die Jahre 2002 (oben), 2003 (Mitte), und 2004 (unten)

Im Jahr 2002 wurde diese Marge an den verkehrsnahen Messstationen um das Doppelte überschritten. Auch die Summe aus Grenzwert und der in 2002 gültigen Toleranzmarge von zusammen $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde an mehr als 35 Tagen übertroffen. Selbst in Wohngebieten der Innenstadt lag die Belastung über dem Grenzwert und an den Stadtrandstationen nur knapp darunter.

Ein Jahr später stieg die Belastung – trotz im Wesentlichen gleich gebliebener Feinstaubemissionen in Berlin – nochmals deutlich an. Die mittlere Jahresbelastung von PM₁₀, die in 2002 und den beiden Vorjahren überall im Stadtgebiet, wenn auch knapp unter dem Grenzwert von 40 µg/m³ blieb, lag in 2003 an allen Verkehrsstationen mit 41 bis 47 µg/m³ deutlich darüber. Der 24 h-Grenzwert wurde im Jahr 2003 sogar am nordöstlichen Stadtrand überschritten. An den Verkehrsmessstellen kamen zwischen 80 und 117 Überschreitungen zustande. Der Maximalwert, gemessen an der Station Lerschpfad, direkt am Rande der Stadtautobahn, war aber durch die Staubemission der nahegelegenen Baustelle auf der Spandauer Damm Brücke beeinflusst, die von Mai 2003 bis Juni 2004 betrieben wurde. Ohne die Aktivitäten der Baustelle wäre der Jahresmittelwert 2003 vermutlich um 4 µg/m³ niedriger ausgefallen, was zu etwa 16 Überschreitungstagen weniger geführt hätte. In 2004 dürfte ihr Einfluss aufgrund der kürzeren Periode mit knapp 3 µg/m³ oder etwa 11 Überschreitungstagen etwas geringer gewesen sein.

Signifikant niedriger war die Feinstaubbelastung im Jahr 2004. Die erlaubten 35 Tage über 50 µg/m³ wurden an der Messstelle Stadtautobahn erst Ende Oktober und an der Messstation Schildhornstraße Anfang Dezember erreicht. Die Zahl der Überschreitungen war bis Jahresende mit 37 – 62 Tagen an den verkehrsnahen Messstellen nur halb so hoch wie in 2003. Die in 2004 neu eingerichtete Verkehrsmessstelle am Hardenbergplatz vor dem Bahnhof Zoologischer Garten zeigte nur 23 Überschreitungstage.

Die im gesamten Stadtgebiet höhere PM₁₀-Belastung in 2003, die auch in Brandenburg und in weiteren Bundesländern, insbesondere im Osten Deutschlands, registriert wurde, hatte überwiegend wetterbedingte Ursachen.

Auswertungen des Landesumweltamtes Brandenburg [II.22] und des Umweltbundesamtes [II.23] haben ergeben, dass im Jahr 2003 eine Häufung von Wetterlagen mit geringem vertikalen Luftaustausch, östlicher Windströmung und Trockenheit auftrat, die die Akkumulation und die weiträumige Verfrachtung der Feinstäube begünstigte. Wie Abb. II.2.6 zeigt, kamen in Berlin im Jahr 2003 (rote Linie) Situationen mit südöstlicher Windströmung häufiger vor als im Jahr 2004, das durch vermehrte Perioden mit West- und Südwestwinden geprägt war. Westliche Winde sind häufig mit feuchten und niederschlagsträchtigen Wetterlagen verbunden, bei denen der Feinstaub aus der Atmosphäre entfernt wird und die in den Berliner Raum geführte Vorbelastung meist gering ist. Umgekehrt werden bei östlichen Windrichtungen kontinental geprägte Luftmassen herantransportiert, die wegen geringerer Feuchtigkeit und Regen auch höhere Feinstaubkonzentrationen mitbringen. Gleichzeitig steigt die Wahrscheinlichkeit für Temperaturinversionen (vgl. Abb. II.1.2), die den Austausch der in Bodennähe emittierten Schadstoffe nach oben hin erschweren.

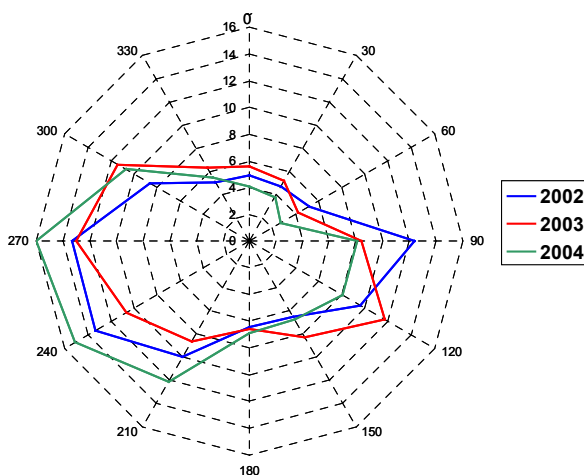


Abb. II.2.6 Prozentuale Häufigkeit der Windrichtung in den Jahren 2002, 2003 und 2004 an der BLUME-Messstelle Grunewald

Die Abb. II.2.7 verdeutlicht, dass in den Jahren 2002 und 2003 vorwiegend bei Ost- bis Südostwind Stundenwerte der Feinstaubkonzentration über 50 µg/m³ auftraten, die zu den erlaubten 35 Überschreitungstagen beitrugen. Die für die Jahre 2002-2004 gezeigten Streudiagramme geben die PM₁₀-Messungen an der im Südosten Berlins gelegenen BLUME-Station Müggelsee wieder. Da

diese Messstelle bei Südostwind nicht von Berlin beeinflusst ist und eine ähnliche Schadstoffverteilung auch an anderen Stadtrandstationen auftritt, können als Ursache für die Häufung hoher Werte bei dieser Windrichtung nur weiter entfernte Quellen außerhalb des Großraums in Frage kommen.

Tatsächlich existieren in den östlich und südöstlich gelegenen Nachbarstaaten noch stark emittierende Quellen für PM₁₀ und weitere Schadstoffe, aus denen sich Feinstaub durch luftchemische Prozesse bildet und über weite Strecken bis in den Berliner Raum transportiert wird. Auf die Problematik des Ferntransports von PM₁₀ wird in Kapitel II.3 noch ausführlicher eingegangen.

Das Streudiagramm für 2004 zeigt im Vergleich zu den Vorjahren, dass in diesem Jahr die Häufung hoher Werte bei Südostwind weniger deutlich ausgeprägt war. Weil diese Windrichtungen auch sehr viel seltener auftraten (vgl. Abb. II.2.6), war die in den Großraum Berlin einströmende Luft in 2004 deutlich weniger vorbelastet als in den Vorjahren.

Der Umstand, dass in diesem Jahr der Grenzwert an den meisten Stationen eingehalten wurde, hat also vorwiegend meteorologische Ursachen. Dies gilt auch für die zahlreichen Überschreitungstage in den Jahren 2002 und 2003.

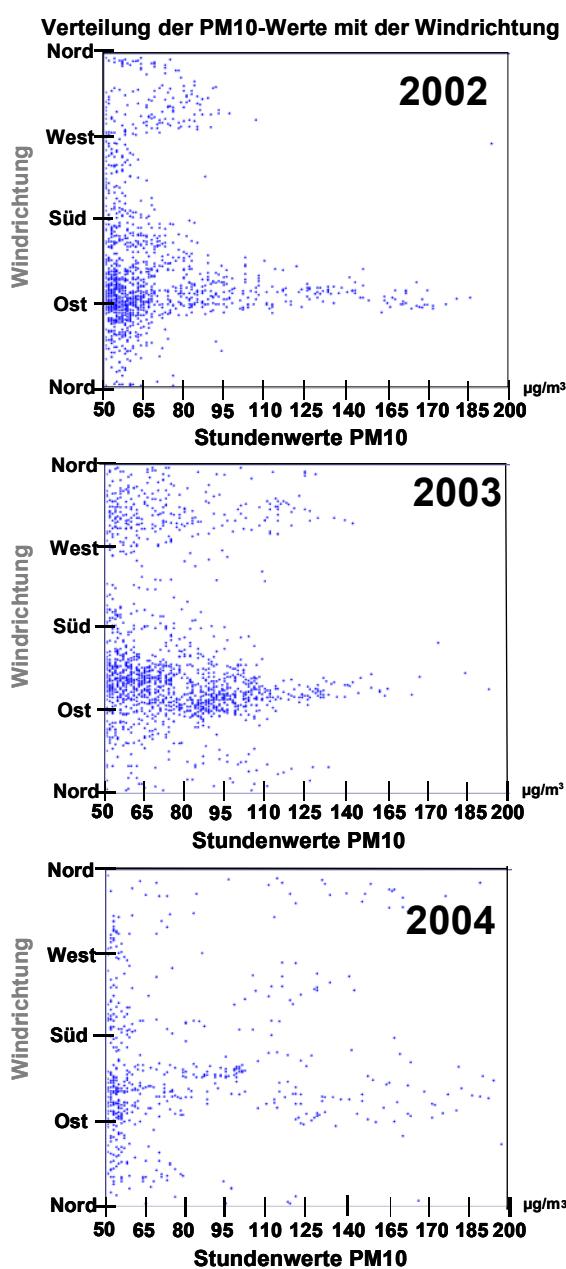


Abb. II.2.7 Verteilung der PM₁₀ – Stundenwerte über 50 µg/m³ an der BLUME Station Müggelsee in Abhängigkeit von der Windrichtung

Umgekehrt erscheint in Jahren mit günstigen Wetterbedingungen die weitgehende Einhaltung auch des 24h-Grenzwertes möglich, wenn die anthropogen verursachte Feinstaubbelastung um beispielsweise $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gesenkt würde. Dies zeigt Abb. II.2.8, aus der auch die in den vergangenen 4 Jahren beobachtete Variationsbreite der Überschreitungstage an den einzelnen Messstellen deutlich wird. Zusätzlich wurde der Beitrag der Überschreitungen in Abhängigkeit von der Höhe der Überschreitung dargestellt. Die dunkel gefärbten Teile der Säulen zeigen den Anteil der Überschreitungstage, die auf recht hohe Tageswerte mit Konzentrationen von mehr als $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ über der Schwelle von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zurückgehen. Der helle Teil der Säulen gibt den Beitrag der Überschreitungen wieder, die mit weniger als $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nur knapp über der Grenze lagen.

Für Jahre wie 2004 mit günstigen Wetterbedingungen zeigt sich, dass die meisten Überschreitungstage Werte aufweisen, die nur knapp über der Schwelle von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen. In solchen Fällen wäre die Einhaltung des Grenzwertes (violette Linie) an allen Messstellen mit Ausnahme der Stadtautobahn möglich, wenn die Feinstaubbelastung um bis zu $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ geringer wäre. Dann fielen die Überschreitungen, die mit den hellen Säulenteilen korrespondieren weg und die Gesamtzahl der Überschreitungstage bliebe unter der erlaubten Zahl von 35 pro Jahr.

In ungünstigen Jahren, wie 2002 und 2003 wäre dieses Ziel nur mit drastischen Minderungen von mehr als $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (etwa 30% der Belastung) zu erreichen, weil schon allein die Zahl der sehr hohen Tageswerte mit einer Belastung von $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und mehr das erlaubte Kontingent von 35 Überschreitungstagen erschöpft. Allerdings würde eine Verbesserung von nur $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wenigstens zur Einhaltung des Grenzwertes in den innerstädtischen Wohngebieten (Messstellen Nansenstraße, Spreeufer Brückenstraße) führen. Wie in Kapitel II.3 dargelegt, sind solche Verbesserungen jedoch kaum mit kurzzeitigen Maßnahmen zu erreichen.

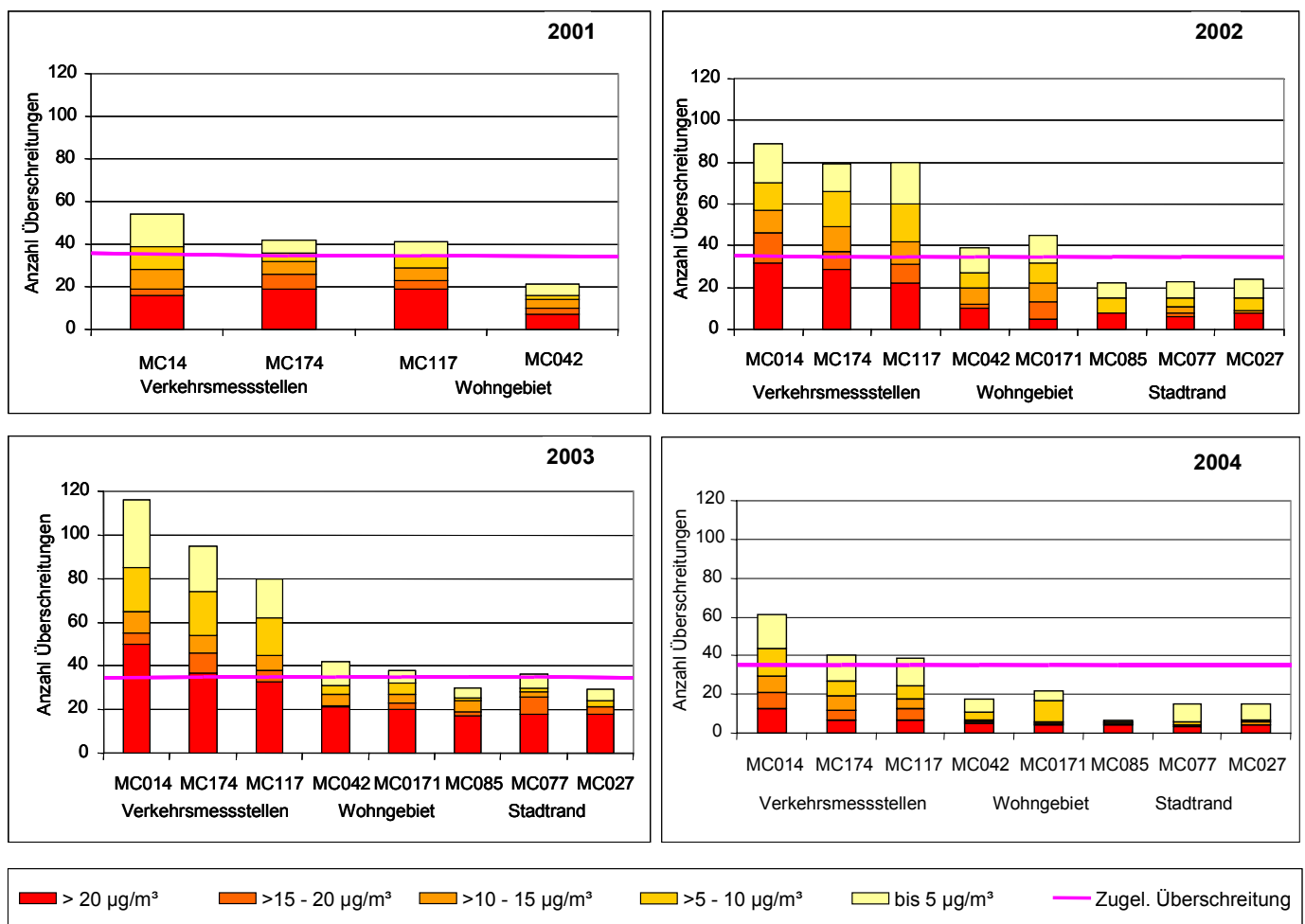


Abb. II.2.8 Jährliche Überschreitungen des 24h-Grenzwertes für Feinstaub von 2001 bis 2004, mit Angabe des Anteils der Überschreitungen nach ihrer Höhe

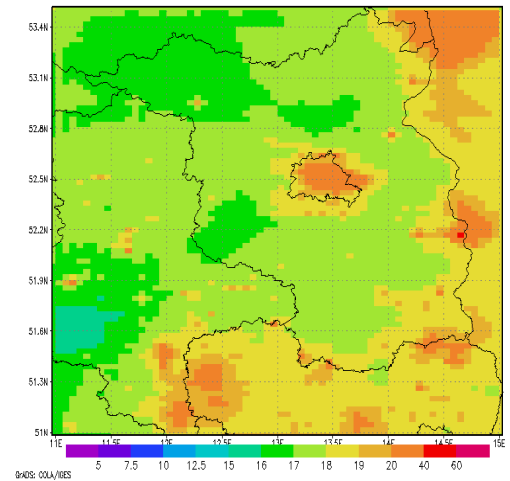
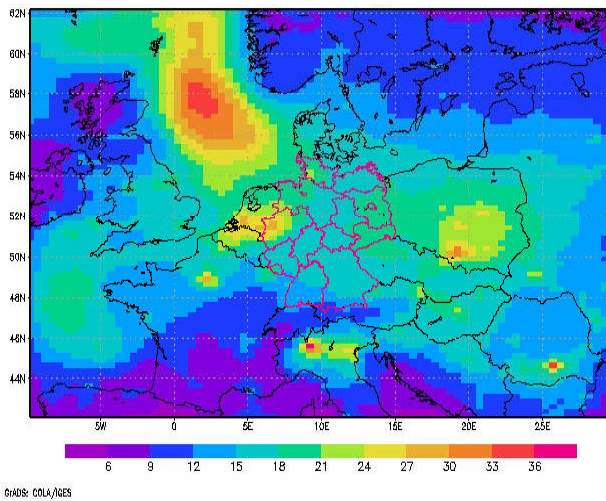


Abb. II.2.9 Mit RCG berechnete europaweite (links) und regionale Hintergrundkonzentration (rechts) von PM10 (Jahresmittel) im Jahr 2002

II.2.4 Die Beurteilung der PM10- und Stickstoffdioxidbelastung auf der Basis von Modellrechnungen

Feinstaub (PM10)

Messungen der Schadstoffkonzentrationen sind nur für ein begrenztes Gebiet in der Umgebung der Messstelle repräsentativ. Um über die an den BLUME-Messstellen gewonnene Information hinaus ein vollständiges Bild der Vorbelastung sowie der Verteilung der Schadstoffe im Stadtgebiet zu erhalten, wurden aufwändige Modellrechnungen durchgeführt. Die dafür benutzten Modelle wurden in Abschnitt II.1.6.2 beschrieben. Als Grundlage dienten die Wetterbedingungen, Verkehrs- und Emissionsdaten des Jahres 2002.

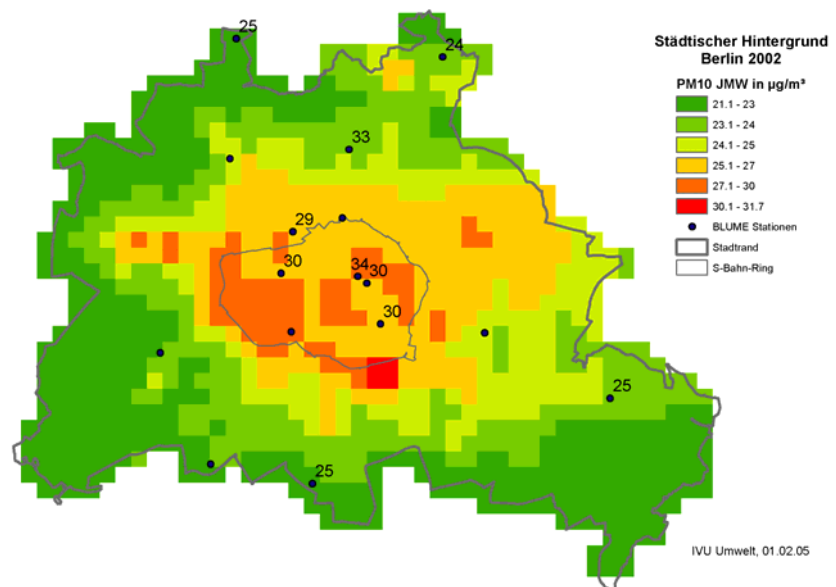


Abb. II.2.10 Mit IMISnet berechnete und an BLUME-Messstellen gemessene PM10-Belastung (Jahresmittel) im städtischen Hintergrund für das Basisjahr 2002

Das Ergebnis einer europaweiten Simulation der PM10-Belastung für das Basisjahr 2002 zeigt die Abb. II.2.9, links. Berlin liegt demnach in einem Gebiet mit einer großräumigen Hintergrundkonzentration von knapp $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Feinstaub, die nach Osten hin bis zu den südpolnischen Industriegebieten auf mehr als $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ansteigt. Weitere, auf dieser großräumigen Skala hervorstechende Schwerpunkte der Feinstaubbelastung in Europa liegen in Oberitalien, im Großraum Paris, den Benelux-Staaten und im Ruhrgebiet. Die hohen Werte über der Nordsee bestehen überwiegend aus Seesalz aus der Gischt der Meeresbrandung und haben mit einem Beitrag von weniger als $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für den Berliner Raum keine Bedeutung.

In der höheren Modellauflösung von $4 \times 4 \text{ km}^2$ (siehe Abb. II.2.9 rechts), die Nordostdeutschland abdeckt, treten neben dem Berliner Ballungsraum größere Städte und Industriegebiete in Sachsen und Sachsen-Anhalt, der Raum Frankfurt/Oder sowie das nach Polen hin höhere Belastungsniveau hervor.

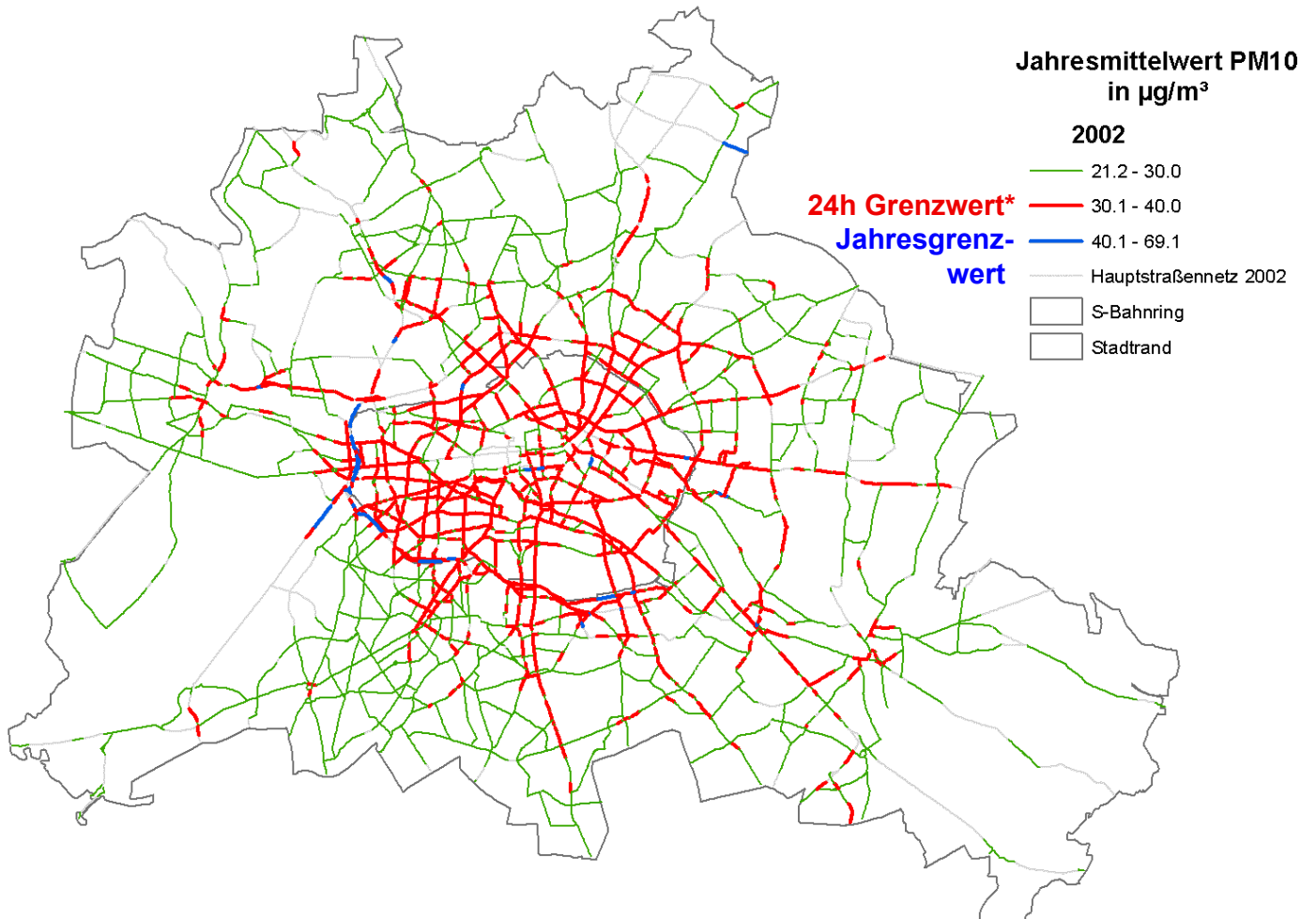
Geht man in die urbane Skala in Berlin (Abb. II.2.10), so ist ein merklicher Anstieg der Werte vom Stadtrand zum Stadtzentrum innerhalb des S-Bahnringes (großer Hundekopf) festzustellen. Die in der Innenstadt berechnete Konzentration zwischen 25 und $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ist repräsentativ für die Belastung in Wohngebieten mit geringem Straßenverkehr und in größerer Entfernung von Industrieanlagen.

Auf Grundlage dieser Belastungsverteilung wurde die in Abb. II.2.11 dargestellte Berechnung der Immissionen im Hauptverkehrsstraßennetz durchgeführt. Sie resultiert aus der Überlagerung der Konzentration im städtischen Hintergrund (Abb. II.2.10) und der berechneten Zusatzbelastung durch den lokalen Verkehr im jeweiligen Abschnitt einer Hauptverkehrsstraße. Alle rot eingefärbten Straßenabschnitte zeigen Überschreitungen des 24-Wertes von mehr als 35 Tagen. Sie summieren sich zu etwa 450 km Straßenlänge, an denen mehr als 190.000 Menschen leben.

In Abb. II.2.12 sind die Straßenabschnitte mit Grenzwertüberschreitungen entsprechend der Zahl der dort auf jeweils 100 m Länge lebenden Anwohner eingefärbt. Die meisten Betroffenen befinden sich im großen Hundekopf und entlang der großen Ausfallstraßen. Die in der Konzentrationskarte deutlich mit hohen Werten hervorstechende Stadtautobahn weist nur eine geringe Anzahl betroffener Anwohner auf.

Überschreitungen des weniger strengen Grenzwertes von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel ergeben sich nur auf 9 km Straßen (blaue Abschnitte in Abb. II.2.11) mit ca. 2200 Betroffenen.

Der hier verwendete Ansatz zur Berechnung der von Grenzwertüberschreitung betroffenen Anwohner wurde aus der Lärmkartierung [II.42] übernommen. Dabei wird die Zahl der Bewohner der zur Straßenfront reichenden Wohnungen gezählt. Die so ermittelte Anzahl der von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Bürger stellt eine eher konservative Abschätzung dar, weil sich die Schadstoffe überall hin ausbreiten und so auch außerhalb hoch belasteter Straßenschluchten erhöhte Konzentrationen auftreten können. Abb. II.2.5 zeigt, dass in meteorologisch ungünstigen Jahren wie 2002 bzw. 2003 auch an innerstädtischen Wohngebietsmesstellen Überschreitungen des 24h-Grenzwertes für PM10 beobachtet wurden. Zu den hier und nachfolgend angeführten Betroffenen in verkehrsreichen Straßen können also zusätzliche Betroffene in Nebenstraßen hinzukommen, deren Zahl sehr stark von den Witterungsverhältnissen im jeweiligen Beurteilungsjahr abhängt und deshalb nicht genau quantifiziert werden kann.



***der 24h-Grenzwert ist statistisch gleichwertig mit einem Jahresmittel von knapp $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$**

Abb. II.2.11 Berechnete PM10-Belastung im Hauptverkehrsstraßennetz für das Basisjahr 2002

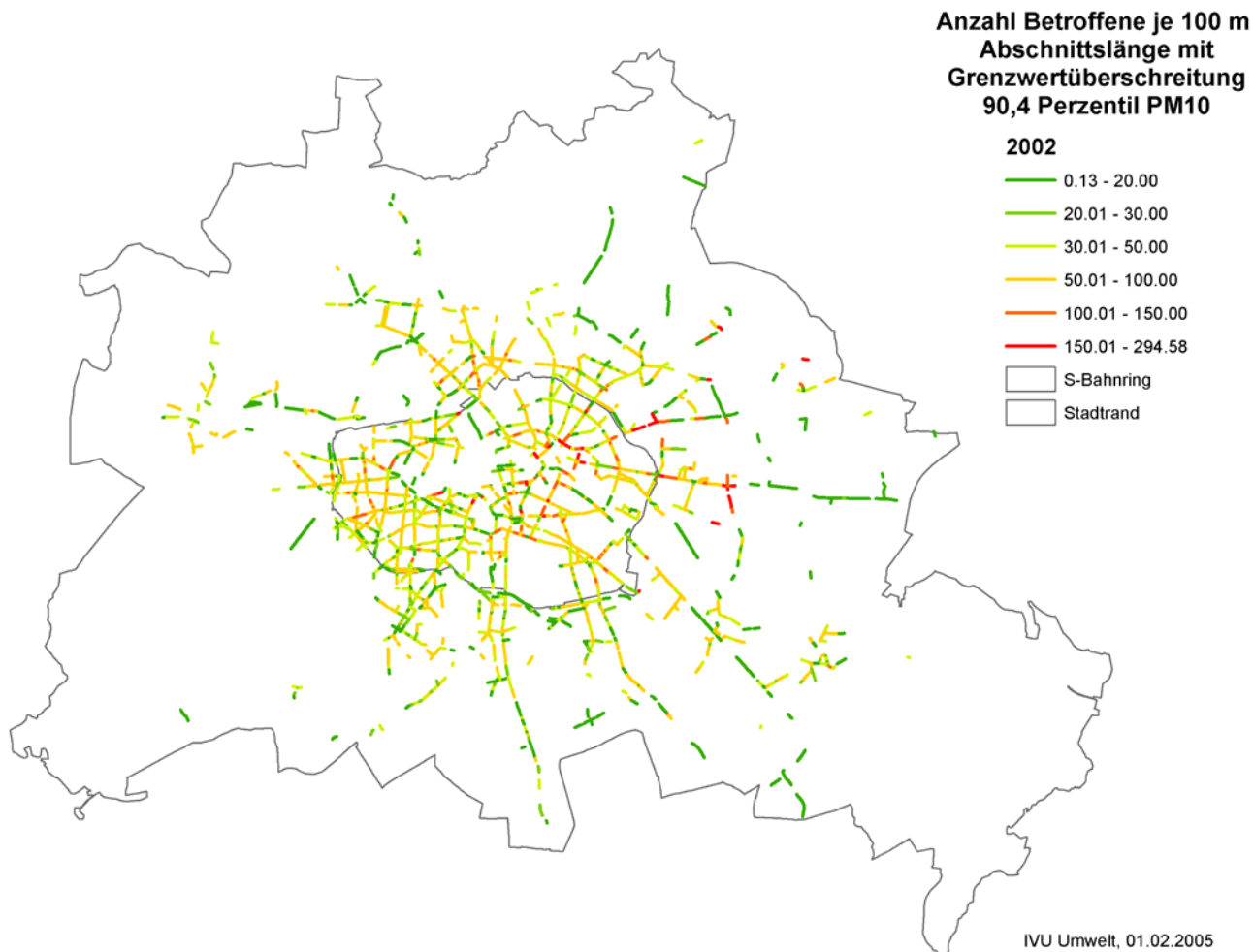


Abb. II.2.12 Berechnete Anzahl der Anwohner pro 100 m Straßenlänge in Straßenabschnitten mit Überschreitungen des 24h-Grenzwertes für PM10 im Basisjahr 2002

Stickstoffdioxid (NO₂)

Die gleichen Rechnungen wurden auch für NO₂ durchgeführt. Da im Vergleich zu PM10 der Anteil der großräumigen Hintergrundkonzentration an der NO₂ – Gesamtbelastung in Berlin nur gering ist (vgl. Abschnitt II.3.2), werden hier nur die für das Stadtgebiet Berlin simulierten Ergebnisse gezeigt.

Bei der Verteilung der städtischen NO₂-Hintergrundkonzentration (Abb. II.2.13) für das Basisjahr 2002 ergibt sich ein ähnliches Bild wie bei Feinstaub (PM10). Der sich im Hundekopf konzentrierende Schwerpunkt der Belastung ist mit Konzentrationen von ca. 30 µg/m³ im Vergleich zu den Stadtrandwerten von unter 20 µg/m³ deutlich stärker ausgeprägt als bei PM10.

Auch die Karte (vgl. Abb. II.1.14) mit den berechneten NO₂-Konzentrationen im Hauptstraßennetz zeigt eine Vielzahl von Straßenquerschnitten über dem in 2010 einzuhaltenden Jahresmittel von 40 µg/m³ NO₂. Davon sind auf 220 km Straßen knapp 100.000 Anwohner direkt betroffen. Sie konzentrieren sich vorwiegend auf das Gebiet des großen Hundekopfes (vgl. Abb. II.2.15).

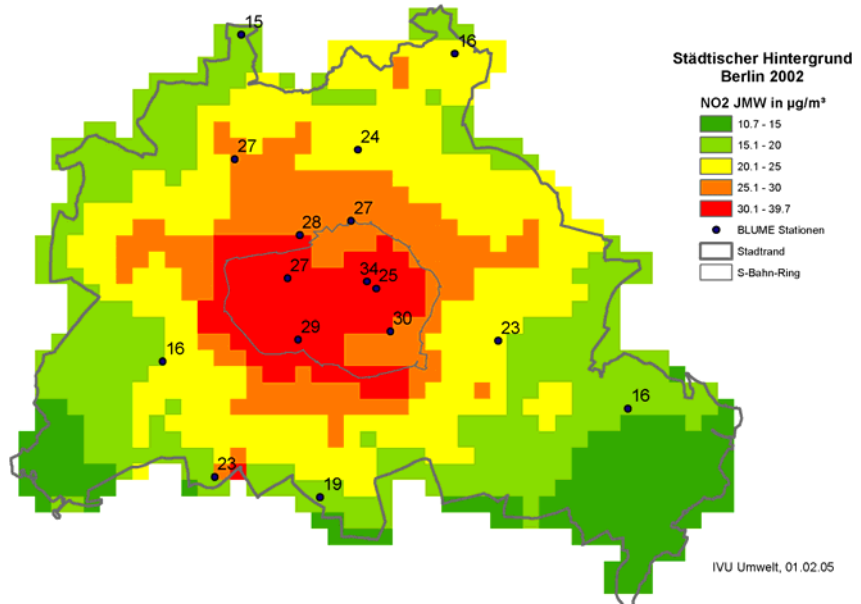


Abb. II.2.13 Mit IMMISnet berechnete und an BLUME Stationen gemessene NO₂-Belastung im städtischen Hintergrund für das Basisjahr 2002

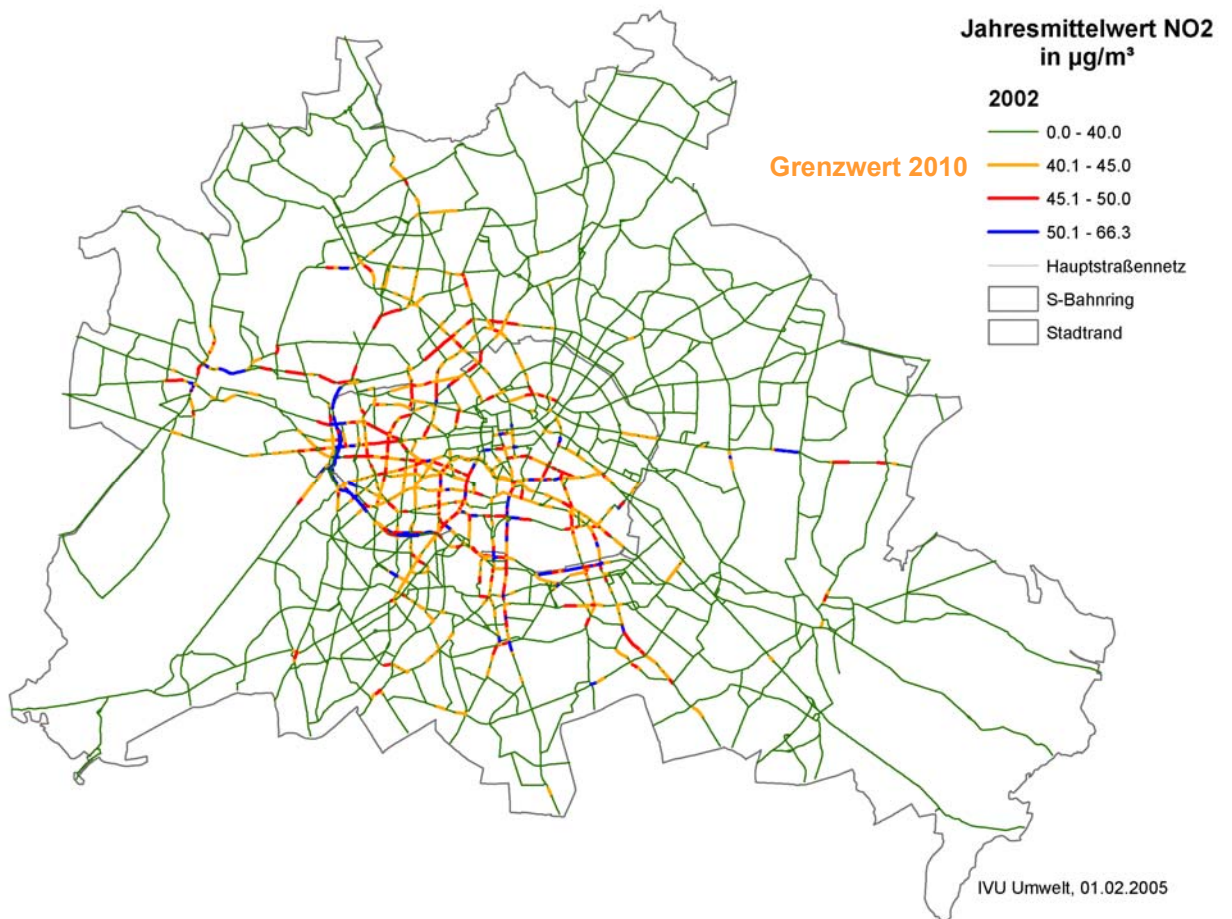


Abb. II.2.14 Berechnete NO₂-Belastung im Hauptverkehrsstraßennetz für das Basisjahr 2002

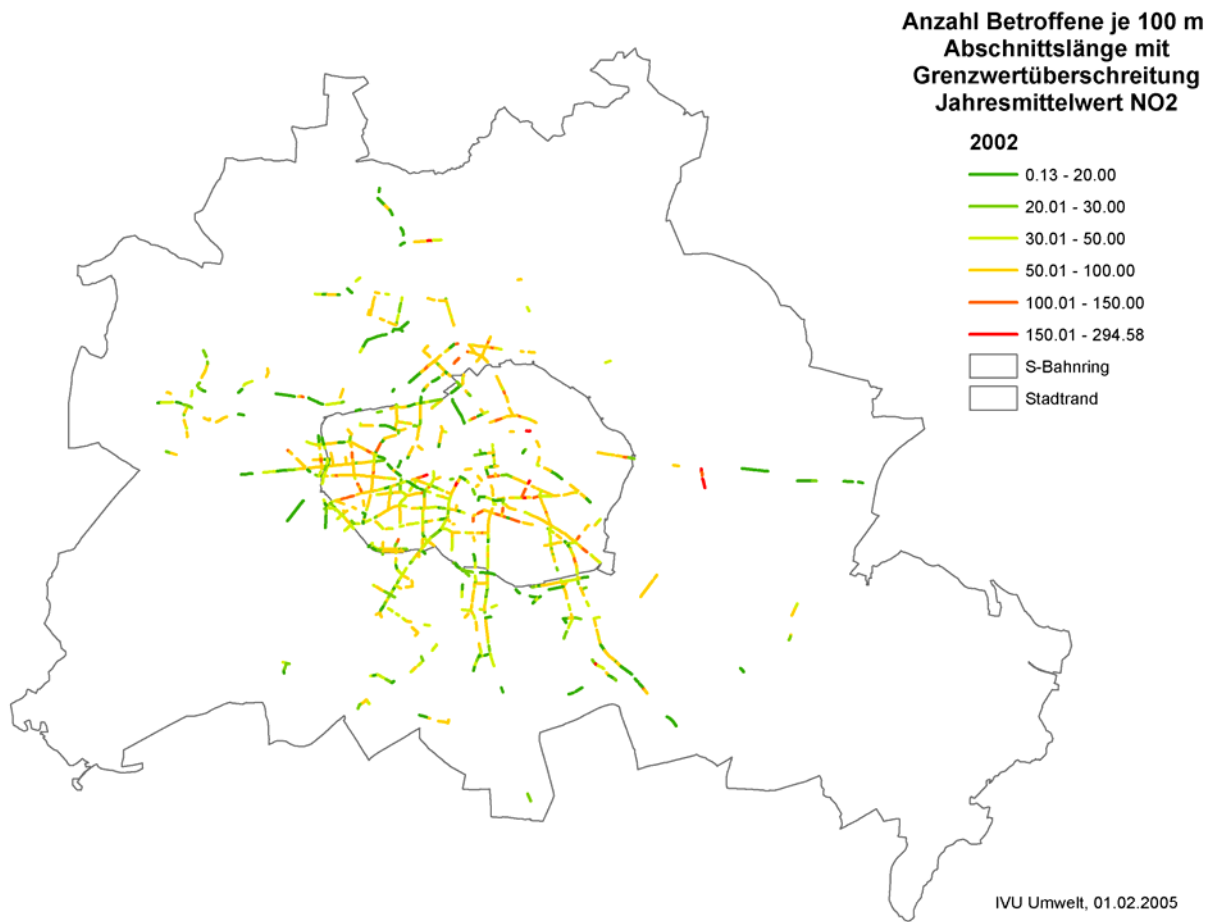


Abb. II.2.15 Berechnete Anzahl der Anwohner pro 100 m Straßenlänge in Straßenabschnitten mit Überschreitungen des NO₂-Grenzwerts von 40 µg/m³ im Basisjahr 2002

II.3 Ursachen der Feinstaub (PM10)- und Stickstoffdioxidbelastung

II.3.1 Überblick über die in Berlin durchgeführten Studien

Die Europäische Rahmenrichtlinie zur Luftqualität, wiedergegeben durch Anlage 6 der 22. BImSchV, verlangt im Rahmen der Erstellung eines Luftreinhalteplans eine Untersuchung der Herkunft und der Verursacher der Luftverschmutzung.

Veranlasst durch Überschreitungen der damals noch in der Beratung befindlichen, von der EU-Kommission vorgeschlagenen Feinstaubgrenzwerte hat die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung schon im Jahr 1999 vor dem in Kraft treten der entsprechenden EU-Richtlinie die erste Ursachenanalyse zur PM10-Belastung in Berlin durchgeführt. Die 2001 veröffentlichten Ergebnisse [II.35] und der dabei entwickelte Ansatz haben inzwischen international Nachahmung gefunden [II.36].

Zur gleichen Zeit wurden mit Unterstützung bzw. im Auftrag des Senats von der Technischen Universität Berlin spezielle Forschungsarbeiten zur verkehrsbedingten Feinstaubbelastung in der Frankfurter Allee durchgeführt [II.32] [II.33]. Ziel war die Quantifizierung des durch den Straßenverkehr erzeugten, nicht aus dem Auspuff der Fahrzeuge stammenden Feinstaubanteils, der durch den Abrieb von Reifen, Fahrbahn und Bremsen sowie durch Aufwirbelung von Straßenstaub verursacht wird. Eine weitere, darauf basierende Studie in der Schildhornstraße diente der Entwicklung einer Berechnungsmethode für die nicht aus dem Auspuff der Fahrzeuge stammenden Feinstaub(PM10)-Emissionen des Verkehrs [II.34].

Noch vor der Übernahme der EU-Grenzwerte in Deutsches Recht durch die 7. Novelle des BImSchG und der 22. BImSchV wurde im Juni 2001 eine Nachfolgeuntersuchung der oben genannten 1999 durchgeführten Studie in Auftrag gegeben. Mit Hilfe eines einjährigen Sondermessprogramms in Zusammenarbeit mit der Freien Universität und der Technischen Universität Berlin, der Technischen Universität Cottbus, der Universität Duisburg und dem Landesumweltamt Brandenburg, wurden die Herkunft und Verursacheranteile der Feinstaubbelastung als Grundlage für den zukünftigen Luftreinhalteplan auf einer besseren Datengrundlage ermittelt [II.31]. Die Auswertung eines zur gleichen Zeit stattfindenden Praxisversuches im Rahmen des EU-Projektes HEAVEN [II.40], in dem die Wirkung verkehrslenkender Maßnahmen, wie Geschwindigkeitsbeschränkungen und die Umleitung des LKW-Durchgangsverkehrs auf die Luft- und Lärmbelastung untersucht wurde, konnte in das Vorhaben integriert werden [II.37].

Die Ergebnisse dieser von der Senatsverwaltung durchgeführten bzw. initiierten Arbeiten wurden auch im Rahmen des Clean Air for Europe Programms (CAFE) [II.38] der Europäischen Kommission verwendet. So bezog sich die CAFE-Arbeitsgruppe zu Feinstaub in ihrem Positionspapier [II.39] mehrfach auf die Ergebnisse der Berliner Ursachenanalysen. Auf Betreiben der Senatsverwaltung, aber nicht zuletzt wegen der Fülle des in Berlin vorhandenen Datenmaterials, wurde der Großraum Berlin Teil des in CAFE durchgeführten City-Delta Projekts [II.18]. Im Rahmen dieses Projekts wurde eine Vielzahl von Modellen zur Berechnung der Schadstoffkonzentration – inklusive des für den Berliner Luftreinhalteplan genutzten Modells - auf die Berliner Verhältnisse angewandt, getestet und miteinander verglichen.

Nach Abschluss der o.g. Analysen Anfang des Jahres 2003 und nachdem feststand, dass mit der erstmaligen Überschreitung der Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge bei Feinstaub und Stickstoffdioxid im Jahr 2002 die Verpflichtung zur Aufstellung eines Luftreinhalteplans bestand, wurde im September 2003 eine erneute Untersuchung zur Bestimmung des „Potentials und der Umsetzbarkeit von Maßnahmen und der damit erzielbaren Minderung der Feinstaub (PM10)- und Stickoxidemission in Berlin“ begonnen. Neben den Szenarienrechnungen, deren Ergebnisse in Kapitel III vorgestellt werden, wurden die in diesem Vorhaben eingesetzten Rechenmodelle auch zur Quantifizierung des Anteils der einzelnen Verursacher an der Luftbelastung genutzt [II.19] [II.20] und die zuvor anhand von Messungen gewonnenen Ergebnisse [II.31] erhärtet.

In den beiden folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der vorgenannten Studien und Forschungsarbeiten zusammengefasst wiedergegeben.

II.3.2 Herkunft der Feinstaub (PM10)- Belastung

II.3.2.1 Charakteristik der PM10-Belastung in Berlin und Umgebung

In Abschnitt II.2 wurde schon darauf hingewiesen, dass hohe PM10-Konzentrationen nicht nur lokale Ursachen haben. Aus den oben genannten Untersuchungen zur Herkunft der Feinstaubbelastung in Berlin entstand das in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** wiedergegebene vereinfachte Schema, das die räumliche Verteilung der PM10-Konzentration in Berlin und Umgebung verdeutlichen soll.

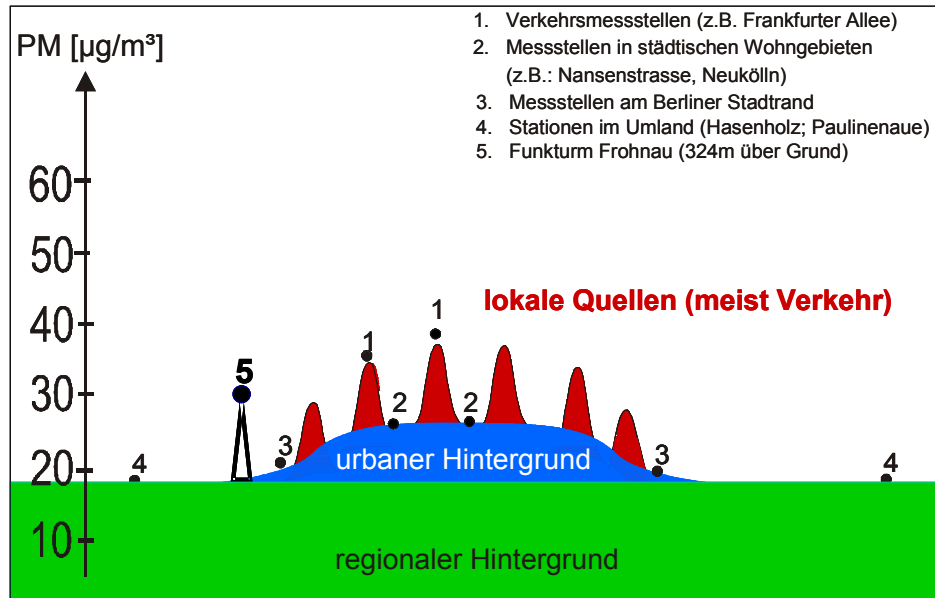


Abb. II.3.1 Schema der Anteile der Feinstaub(PM10)-Belastung in Berlin und Umgebung

Es existiert ein großräumig verteilter Hintergrundpegel (grüne Fläche), der anhand von Messungen an mehreren ländlichen Stationen in Brandenburg im Jahr 2002 knapp $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ beträgt (vgl. auch Abb. II.2.3). Dieser als **regionale Hintergrundbelastung** bezeichnete Anteil ist, wie die großräumigen Modellergebnisse zeigen, außerhalb der Städte relativ gleichmäßig verteilt (vgl. Abb. II.2.9).

Darauf addiert sich der hausgemachte, durch Berliner Schadstoffquellen verursachte Teil der PM10-Belastung. Er lässt sich unterteilen:

- in den Beitrag, der durch Überlagerung der Emissionen **aller Berliner Quellen** (Verkehr, Kraftwerke, Industrie, Wohnungsheizung) und des regionalen Hintergrundes zustande kommt (blaue Fläche in Abb. II.3.1). Zusammen mit dem regionalen Hintergrund entspricht dies der Feinstaubkonzentration, die in innerstädtischen Wohngebieten fernab vom Straßenverkehr und Industrie gemessen wird;
- in den zusätzlichen Beitrag, den **lokale Emittenten**, wie z.B. der Autoverkehr in der Frankfurter Allee, in der unmittelbaren Umgebung der Quelle verursachen (rote Spitzen in Abb. II.3.1).

Abb. II.3.2 zeigt die prozentualen Anteile des regionalen Hintergrunds und die hausgemachten Beiträge an der Gesamtmenge des Feinstaubs, der an verkehrsreichen Straßen der Berliner Innenstadt gemessen wird. Fast die Hälfte stammt aus dem importierten regionalen Hintergrundniveau, das durch lokale Maßnahmen in Berlin nicht beeinflusst werden kann.

Der hausgemachte Anteil des Staubs in einer Hauptverkehrsstraße zerfällt jeweils zur Hälfte in den Beitrag des lokalen Verkehrs (rotes Tortenstück) und die Schadstoffquellen im übrigen Stadtgebiet (blaues Tortenstück).

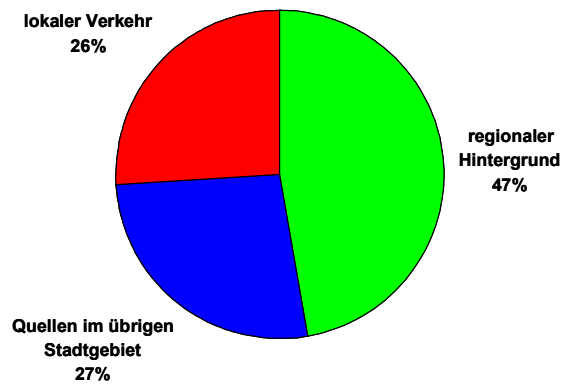


Abb. II.3.2 Herkunft der PM10-Belastung an verkehrsnahen Messstellen in der Berliner Innenstadt (Frankfurter Allee)

Dieses Ergebnis, das aus Messungen an den in Abb. II.3.1 verzeichneten Messstellen abgeleitet wurde [II.31], konnte durch Rechnungen mit dem RCG-Modell [II.19] [II.28] bestätigt werden. Wie in Abschnitt II.2.4 beschrieben, erlaubt das RCG-Modell die Berechnung der regionalen und städtischen Hintergrundbelastung, also die in Abb. II.3.1 und Abb. II.3.2 als blau und grün gekennzeichneten Anteile an der Feinstaubkonzentration in innerstädtischen Wohngebieten. Der rot gefärbte lokale Anteil wird durch das RCG Modell nicht erfasst.

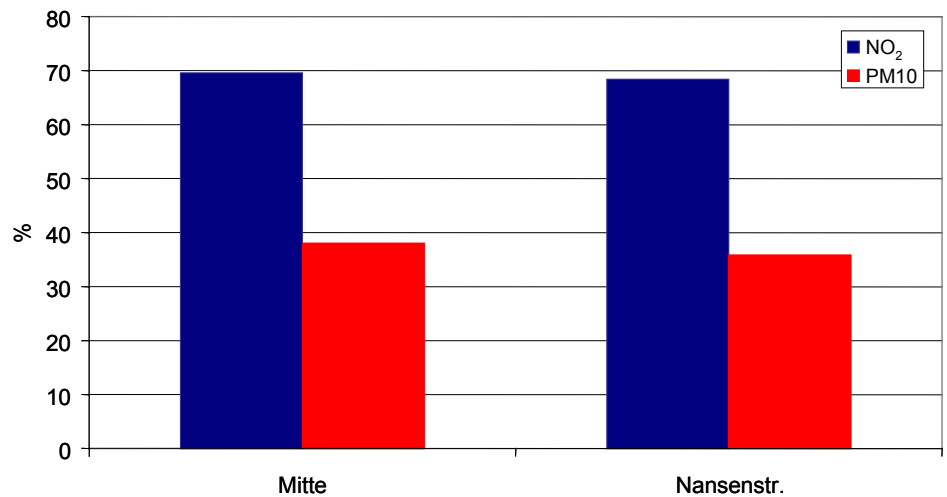


Abb. II.3.3 Prozentualer Beitrag der Berliner Quellen zur PM10- und NO₂-Belastung in Wohngebieten ohne lokalen Verkehr

Die Abb. II.3.3 zeigt das Ergebnis der Rechnung für Wohngebiete mit wenig lokalem Verkehr in der Umgebung von BLUME-Messstellen in der Innenstadt. Demnach beträgt der berechnete Eigenanteil der Stadt an der PM10-Belastung in innerstädtischen Wohngebieten 36-38 % (rote Säulen). Er stimmt ziemlich genau mit den Anteilen in Abb. II.3.2 überein, wenn man den rot gekennzeichneten lokalen Verkehrsanteil, der von dem RCG-Modell nicht aufgelöst wird, weglässt und nur die Summe der blauen und grünen Tortenstücke betrachtet.

Die gute Übereinstimmung zwischen den Verursacheranteilen aus Modellrechnungen und denen aus Messdaten zeigt, dass mit Hilfe der hier verwendeten Modelle belastbare Aussagen zu den Wirkungen verschiedener Maßnahmen auf die Luftqualität möglich sind. Darauf wird später in Kapitel III eingegangen.

II.3.2.2 Herkunft der regionalen Hintergrundbelastung

Das in Abb. II.3.1 grün gekennzeichnete großräumige Hintergrundniveau an PM10 setzt sich zusammen:

- Aus „**primärem**“ Feinstaub, der durch menschliche Aktivitäten (Industrie, Verkehr, Kraftwerke, Hausheizung, Landwirtschaft) erzeugt wird. Aufgrund der mehrtägigen Verweildauer (2-4 Tage) der feinen Staubeilchen können diese über mehrere 100 km Entfernung verfrachtet und gleichmäßig verteilt werden.
- Aus „**sekundärem**“ Feinstaub, der nicht direkt emittiert wird, sondern durch chemische Reaktionen in der Luft aus anderen gasförmigen Schadstoffen, wie Schwefeldioxid, Stickoxiden, Ammoniak und Kohlenwasserstoffen entsteht. Er setzt sich überwiegend aus Ammonium-, Sulfat- und Nitrationen zusammen. Ein geringer Teil besteht aus kohlenstoffhaltigen Partikeln, die sich zum Teil aus natürlichen Kohlenwasserstoffen, wie sie z.B. von Nadelbäumen an die Luft abgegeben werden, bilden.

Weil der Sekundärstaub in der Atmosphäre erst produziert wird und die dazu notwendigen chemischen Reaktionen Zeit benötigen, tritt der Sekundärstaub erst in weiterer Entfernung von der Quelle zutage. Der aus Berliner Quellen produzierte Sekundärstaub entsteht daher überwiegend außerhalb des Stadtgebietes. Umgekehrt stammt der Löwenanteil des in der Stadt gemessenen Sekundärstaubes aus weiter entfernten Quellen außerhalb des Berliner Großraums.

- Aus **natürlichen** Beiträgen (aufgewirbeltes Erdreich, Pflanzenteile, Pollen, Waldbrände), wozu auch der zuvor erwähnte kleine Teil von Sekundärstaub aus biogenen Vorläufersubstanzen gehört. Auf den mengenmäßigen Beitrag der natürlichen Quellen wird im nächsten Abschnitt ausführlicher eingegangen.

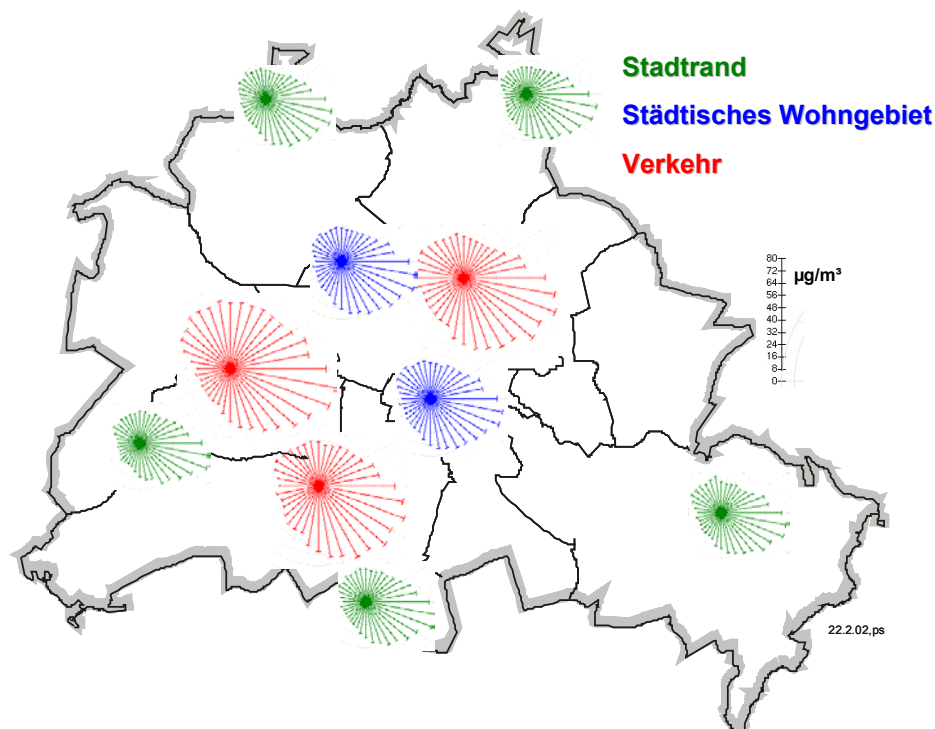


Abb. II.3.4 Verteilung der PM10-Konzentration mit der Windrichtung (Jahr 2002)

Einen ersten Hinweis auf die Herkunft der regionalen Hintergrundkonzentration von PM10 gibt Abb. II.3.4. Hier ist die an allen BLUME-Messstellen registrierte PM10-Konzentration in 2002 in Abhängigkeit von der Windrichtung dargestellt. Was sich an der im letzten Abschnitt dargestellten Windrichtungsabhängigkeit der Feinstaubwerte an der Station Müggelsee am südöstlichen Stadtstrand (vgl. Abb. II.2.7) zeigt, gilt auch für alle anderen Messstellen, unabhängig von ihrem Standort: Bei Südostwind wird deutlich mehr PM10 gemessen. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die

Ursache für stadtweit erhöhte Feinstaubwerte in größerer Entfernung von der Stadt zu suchen ist und nicht aus einer einzelnen Quelle stammt.

Mit Hilfe einer an der Freien Universität Berlin entwickelten Methode [II.43] kann auf der Basis von dreidimensionalen Daten für Wind, Temperatur und Luftdruck der Weg der im Berliner Raum ankommenden Luftpakete berechnet und zurückverfolgt werden. Aus einer Vielzahl solcher im 10-Minutentakt durchgeführten Rechnungen lässt sich eine Statistik der Herkunft aller berechneten, als Rückwärtstrajektorien bezeichneten Bahnen der in Berlin ankommenden Luftpakete erstellen.

Das Ergebnis zeigt Abb. II.3.5. Die Ursprungsgebiete aller im Zeitraum von Oktober 2001 bis Oktober 2002 berechneten Rückwärtstrajektorien sind entsprechend der Höhe der in Berlin zur Ankunftszeit gemessenen PM10-Konzentration unterschiedlich eingefärbt.

Bei niedrigen Konzentrationen von unter $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kamen die Luftpakete aus den gelb und grün markierten Gebieten, also aus Westeuropa und der Nordsee, über das norddeutsche Tiefland nach Berlin. Die rote, von Berlin über Südpolen, Osttschechien und die Slowakische Republik reichende Fläche kennzeichnet das Einzugsgebiet derjenigen Trajektorien, die zu Zeiten hoher Feinstaubwerte über $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Berlin erreicht haben. In diesen Regionen befinden sich Quellen, die entweder viel Primärstaub ausstoßen (siehe die hohe PM10-Belastung in Südpolen in Abbildung II.2.9) oder Schadstoffe wie Schwefeldioxid emittieren, aus denen sich auf dem Weg nach Berlin größere Mengen an Sekundärstaub bilden. Tatsächlich wurden während der einjährigen Messkampagne von Oktober 2001 bis September 2002 vorwiegend bei Südostwind hohe Sulfatwerte im Feinstaub ermittelt [II.31]. Diese Beobachtung korrespondiert auch sehr gut mit der Lage der 200 größten Schwefeldioxidemittenten in Europa (siehe Abb. II.3.6), die gehäuft in den von der roten Fläche in Abb. II.3.5 überdeckten Regionen südöstlich von Berlin anzutreffen sind.

Eine Reduktion der Emissionen dieser Anlagen könnte also einen Beitrag zur Minderung der PM10-Belastung auch im Berliner Raum leisten. Welche Entlastung durch Maßnahmen im Kraftwerkssektor im Rahmen des Beitritts der osteuropäischen Nachbarländer bis 2010 erwartet werden kann, wird durch das in Kapitel III.1 vorgestellte Trendszenario abgeschätzt.

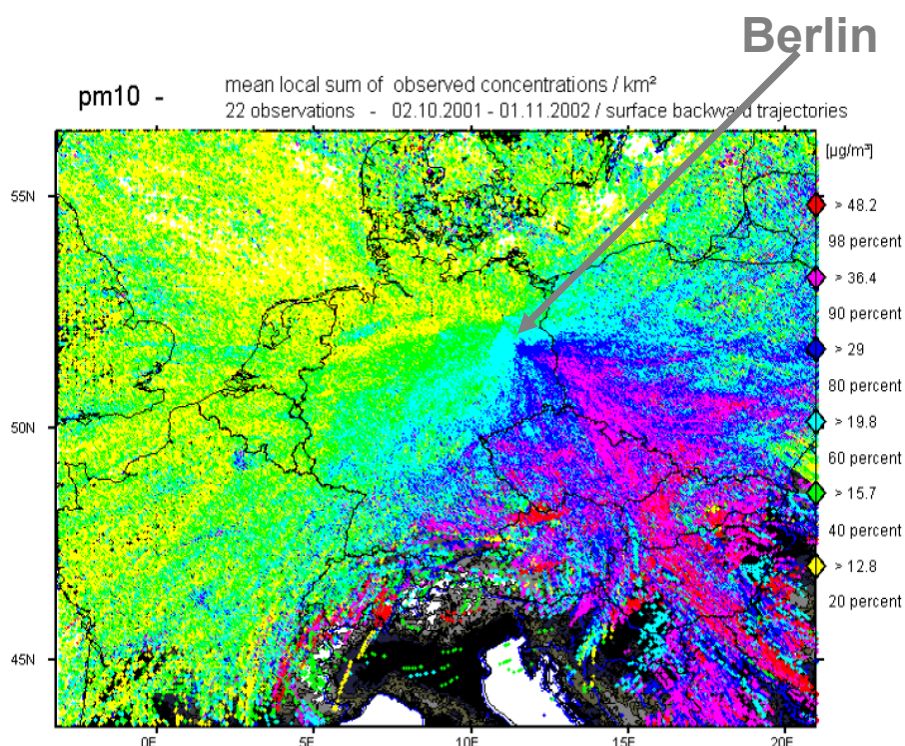


Abb. II.3.5 Statistik der in Berlin ankommenden Rückwärtstrajektorien (2.10.2001 bis 1.11.2002) in Abhängigkeit von der in Berlin zur Ankunftszeit gemessenen PM10-Konzentration. Rot eingefärbte Gebiete kennzeichnen die Herkunft von Trajektorien, die bei hohen PM10-Werten von über $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Berlin eintreffen [II.29]

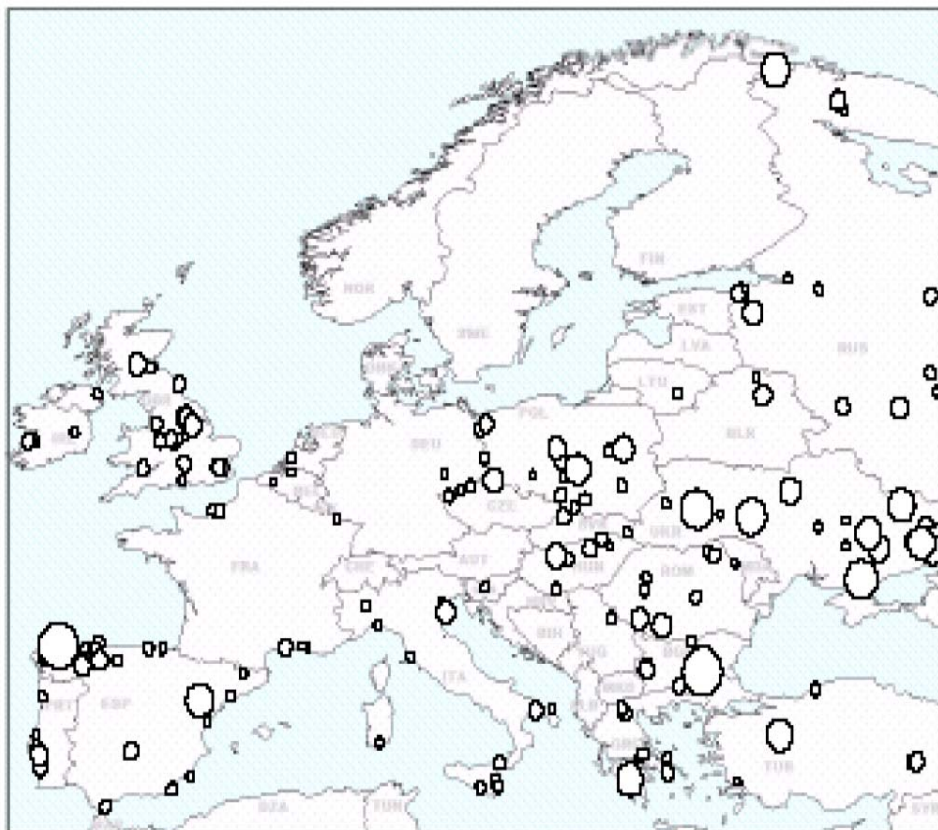


Abb. II.3.6 Lage der 200 größten Emittenten von Schwefeldioxid in Europa. Die Größe der Kreise kennzeichnet die Emissionsmenge [II.30][II.3]

II.3.2.3 Episoden mit hohen PM10-Tageswerten

In Abschnitt II.2.3 wurde auf Episoden mit großräumig erhöhter PM10-Belastung hingewiesen, in denen in Berlin gehäuft Überschreitungen des 24 h-Grenzwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vorkommen. Für die Planung geeigneter Maßnahmen zur Verminderung solcher Überschreitungen wurde versucht abzuschätzen, wie stark der Eigenanteil Berlins an den hohen Feinstaubwerten während solcher Episoden durch lokale Maßnahmen beeinflusst werden kann.

Dazu wurden die zwei folgenden Untersuchungsansätze verfolgt:

- (i) Die Gesamtbelastung an verkehrsreichen Straßen wurde mit der zur gleichen Zeit gemessenen regionalen Hintergrundbelastung verglichen. Das Verhältnis zwischen Hintergrund- und Gesamtbelastung ergibt den prozentualen Anteil des in die Stadt importierten Feinstaubes an der verkehrsnahen Gesamtbelastung. Zieht man den importierten Anteil von 100 ab, erhält man den beeinflussbaren Eigenanteil der Stadt in Prozent.

Zur Bestimmung des regionalen Hintergrundes wurden für jede Stunde die Messwerte der jeweils dem Wind zugewandten Stadtrandmessstelle ausgewählt, weil diese Messwerte nicht von den Berliner Emissionen beeinflusst sind. Sie wurden zu einem Tagesmittelwert zusammengefasst, der die von außen in die Stadt verfrachtete Hintergrundkonzentration wiedergibt.

Die Abb. II.3.7 zeigt ein Streudiagramm der Tageswerte der durchschnittlichen Belastung an mehreren Berliner Verkehrsmessstellen und dem zuvor beschriebenen Eigenanteil Berlins an diesen verkehrsnah gemessenen Werten. Die Tage von September bis Mitte März (Herbst und Winter) sind rot markiert. In dieser Zeit des Jahres kommen Überschreitungen des 24h-Grenzwertes offenbar häufiger vor als im Frühjahr und Sommer.

Es zeigt sich, dass mit zunehmender Konzentration der hausgemachte Anteil an der in Verkehrsnähe gemessenen Belastung abnimmt. Ausnahmen sind die Silvestertage, an denen der Eigenanteil der Stadt sehr hoch ist.

An Tagen mit Überschreitungen des 24 h-Grenzwertes (Bereich rechts von der grünen Linie bei $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) liegt der durch Maßnahmen reduzierbare Eigenanteil im Mittel bei unter 40 % und schrumpft bei höheren Belastungen auf unter 30 %.

Dieses Ergebnis wird durch Auswertungen von Messungen in Mecklenburg-Vorpommern bestätigt. Während einer mehrwöchigen Episode hoher Feinstaubwerte mit zahlreichen Überschreitungen des 24h-Grenzwertes im Februar 2003 konnten zwischen 70 und 90% der Feinstaubbelastung an der Verkehrsmessstelle in Neubrandenburg auf die großräumig erhöhte PM10-Konzentration zurückgeführt werden. Deren Ursache lag wegen der durchweg östlichen Windströmung vorwiegend in Polen [II.41].

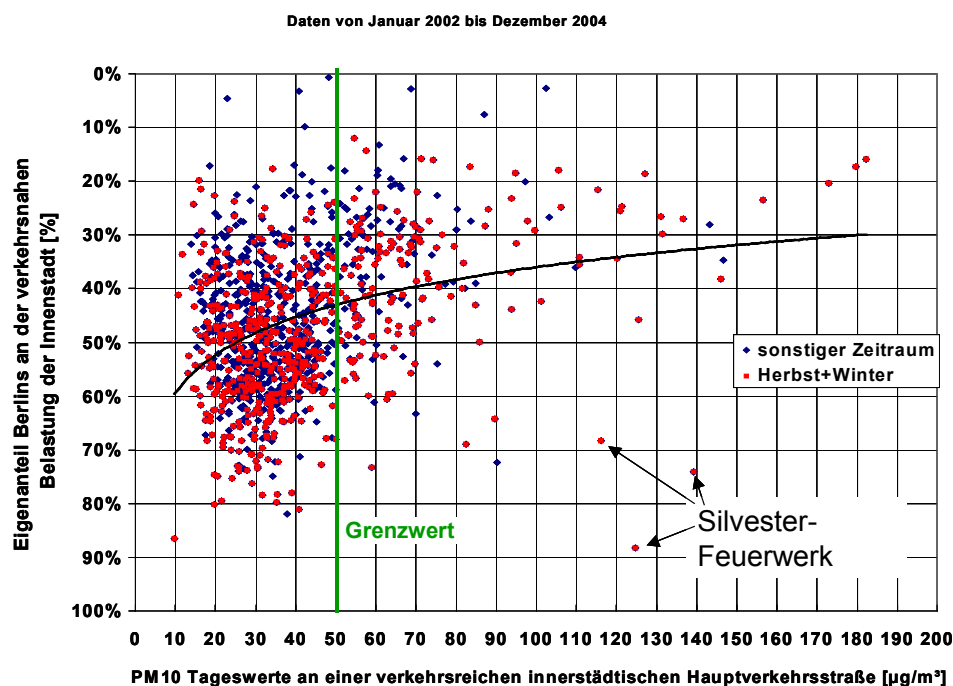


Abb. II.3.7 Gegenüberstellung der verkehrsnahen PM10-Belastung in der Innenstadt und des städtischen Eigenanteils auf der Basis von Tagesmittelwerten

(ii) Zur Identifizierung der Quellen bzw. Prozesse, die zu erhöhten Tagesmittelwerten der PM10-Massenkonzentration führen, wurde die chemische Zusammensetzung bestimmt und jeweils die Mittelwerte für Tage mit niedriger Belastung unter $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mittlerer Belastung zwischen $30\text{-}50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und hoher Belastung mit Überschreitungen des 24h-Grenzwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. In Abb. II.3.8 sind die Anteile der Inhaltsstoffe an der PM10-Konzentration an der Verkehrsmessstelle Frankfurter Allee für diese drei Konzentrationsbereiche dargestellt. Die blau gefärbten Säulenteile illustrieren den vorwiegend importierten Anteil des Sekundärstaubs. Der eher lokal erzeugte Ruß und kohlenstoffhaltige Verbindungen sind schwarz bzw. grau markiert.

Die Graphik zeigt, dass bei Überschreitungen des 24h-Grenzwertes (linke Säule) der durch lokale Maßnahmen kaum beeinflussbare Sekundärstaub einen höheren Anteil hat als an Tagen mit niedrigen Feinstaubwerten (rechte Säule).

Die dem Verkehr in Berlin zu ordnenden kohlenstoffhaltigen Staubbestandteile (organisches Material und Ruß) nehmen an Tagen mit Grenzwertüberschreitungen absolut gesehen zu. Ihr Anteil an der Masse des PM10-Staubs ist aber an solchen Tagen geringer und damit auch die Wirksamkeit von lokalen Maßnahmen.

Die hier beschriebenen Untersuchungsergebnisse legen den Schluss nahe, dass kurzzeitige, auf die Vermeidung einzelner Überschreitungstage des 24h-Grenzwertes ausgerichtete Maßnahmen in Berlin wenig wirksam sind.

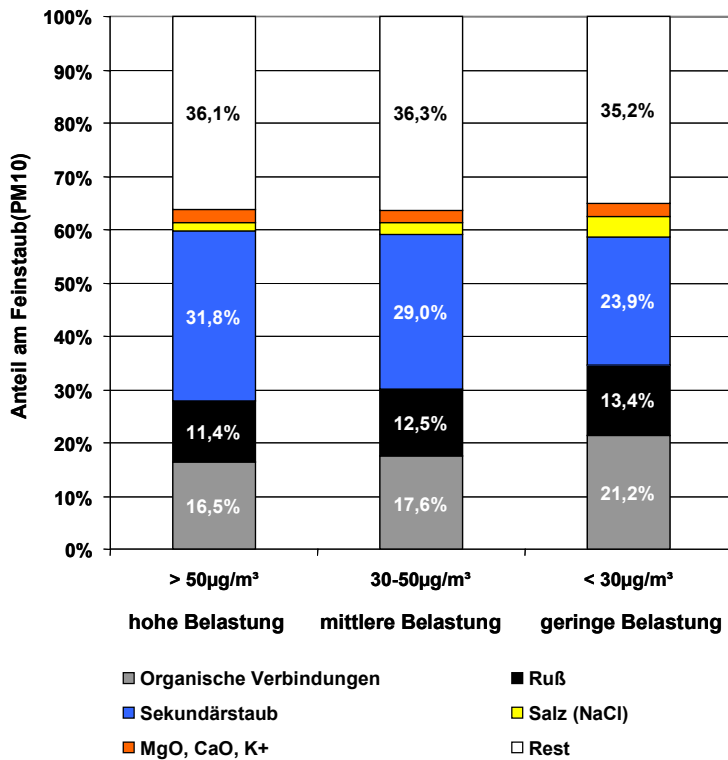


Abb. II.3.8 Chemische Zusammensetzung des PM10 an der Verkehrsmessstelle Frankfurter Allee während Tagen mit unterschiedlich hoher PM10-Belastung

Hinzu kommt, dass die ohnehin geringe Wirkung solcher Maßnahmen, wie sie in Form der früheren Smogverordnung bei Überschreitung eines bestimmten Schwellenwertes vorgesehen waren, zeitlich verzögert eintritt. Erfahrungen mit dem früheren, ebenfalls über 24 h gemittelten Smogalarmgrenzwert haben gezeigt, dass Maßnahmen oftmals erst begonnen wurden, nachdem das 24 h-Mittel der Staubbelastung sein Maximum erreicht hatte und die Staubwerte wieder im Fallen begriffen waren. Eine prophylaktische, auf Prognosen der Schadstoffbelastung basierende Auslösung von Maßnahmen ist wegen der starken Wetterabhängigkeit und der daraus resultierenden großen Unsicherheiten solcher Vorhersagen nicht praktikabel.

Die Chance, durch Kurzzeitmaßnahmen Überschreitungen des 24 h-Grenzwertes zu vermeiden und dadurch die Zahl der Überschreitungstage auf die geforderten 35 Tage begrenzen zu können, ist demnach als gering einzuschätzen.

II.3.3 Wichtigste Verursacher und ihre Anteile an der Feinstaub (PM10)- und Stickstoffdioxidbelastung

II.3.3.1 Feinstaub (PM10)

Die Art und Menge der im PM10-Staub enthaltenen Stoffe gibt wichtige Hinweise auf die Quellen und ihren mengenmäßigen Beitrag zur PM10-Belastung im Berliner Stadtgebiet.

Deshalb wurden im Rahmen des in Abschnitt II.3.1 erwähnten Sondermessprogramms [II.31] an Messstellen, die für den regionalen und städtischen PM10-Hintergrund, sowie für die verkehrsnah Staubbelastung repräsentativ sind (siehe Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.), über ein Jahr Analysen der Staubzusammensetzung durchgeführt.

Nach dem in [II.35] verfolgten Ansatz können die an der Verkehrsmessstelle Frankfurter Allee bestimmten Inhaltsstoffe mit Hilfe der Messwerte an den anderen Stationen in die Beiträge der drei Quellkategorien „lokaler Verkehr“, „urbaner Hintergrund“ und „regionaler Hintergrund“ aufgeteilt werden.

Das Ergebnis ist in Abb. II.3.9 dargestellt. Es resultiert aus der in Abb. II.3.2 dargestellten Aufteilung der verkehrsnah gemessenen PM10-Gesamtmenge in die drei Quellkategorien, die hier zusätzlich

in ihre wichtigsten Inhaltsstoffe zerlegt wurden. Die angegebenen prozentualen Anteile der einzelnen Komponenten beziehen sich immer auf die Gesamtmenge des PM10.

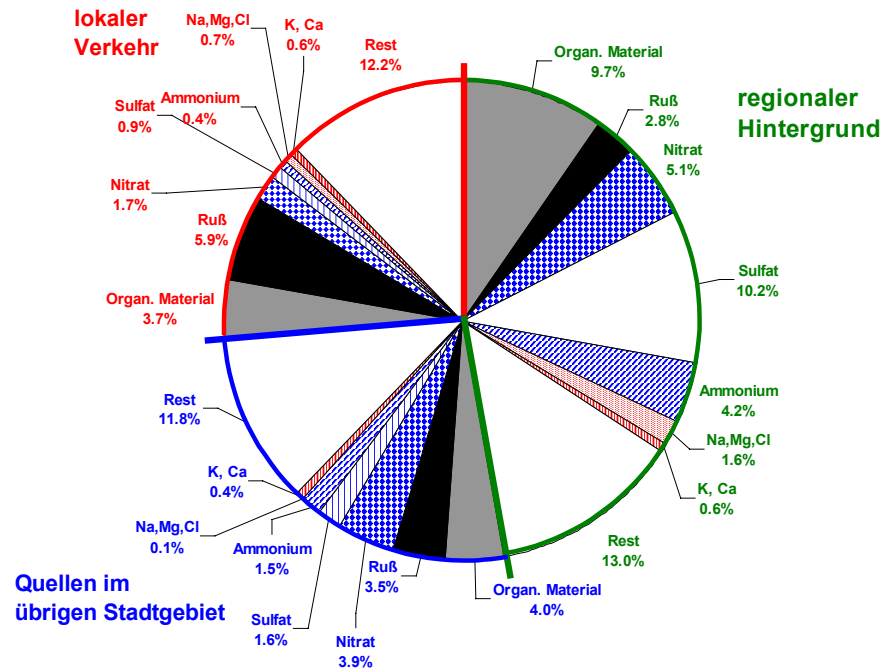


Abb. II.3.9 Inhaltsstoffe des an einer verkehrsnahen Messstelle (Frankfurter Allee) gemessenen Feinstaubs (PM10), aufgeteilt in seine Beiträge aus dem lokalen Verkehr, den übrigen Berliner Quellen und dem regionalen PM10-Hintergrund von Quellen außerhalb der Stadt

Aus dieser Aufteilung können hinsichtlich der Quellen der verkehrsnahen PM10-Belastung in der Berliner Innenstadt folgende Aussagen abgeleitet werden:

Bezüglich der natürlichen Quellen

Als natürliche Bestandteile des gemessenen PM10 kommen in Frage:

- **biogene Partikel** wie Pollen, Sporen, sonstige Pflanzenteile bis hin zu Bakterien und Viren. Sporen und Pollen treten vor allem während der vegetationsaktiven Zeit im Sommerhalbjahr auf. Wegen ihrer Größe werden allerdings weniger als 30% dieser Teilchen als PM10 gemessen [II.44]. Bei der Inhaltsstoffanalyse erscheinen die biogenen Partikel als „organisches Material“ (graue Tortenstücke in Abb. II.3.9) in der Kategorie regionaler und urbaner Hintergrund. Darin enthalten ist auch ein kleiner Anteil von Sekundärstaub, der aus Kohlenwasserstoffen natürlichen Ursprungs entsteht.

Der Hauptbeitrag der biogenen Partikel dürfte wohl aus dem regionalen Hintergrund kommen, weil die Vegetationsdichte außerhalb der Stadt höher ist. Aus einem Vergleich [II.45] der auf dem Funkturm Frohnau - fernab von menschlichen Emissionsquellen - gemessenen Werte des „organischen Materials“ im Sommer (in denen Pollen enthalten sind) und im Winter (in denen Pollen fehlen), lässt sich ableiten, dass der Beitrag biogener Partikel im Jahresmittel höchstens 2 µg/m³ oder 5 % der PM10-Gesamtbelastung beträgt. Ihr Beitrag zu Überschreitungen des 24 h-Grenzwertes von 50 µg/m³ dürfte nur gering sein. Wie Abb. II.3.10 zeigt, treten solche Überschreitungen selbst im heißen Sommer des Jahres 2003 nur sporadisch auf (grüne Säulenteile).

Welchen Anteil biogene Partikel an der urbanen Hintergrundkonzentration haben, ist schwer abzuschätzen, weil zum „organischen Material“ im urbanen PM10-Hintergrund weitere städtische Quellen beitragen. Nach eigenen Untersuchungen [II.35] wurde 1,3 µg/m³ als Anteil biogener Quellen angesetzt.

Insgesamt liegt der Anteil biogener Partikel an der verkehrsnah gemessenen Gesamtstaubmasse bei ungefähr 3 µg/m³ oder etwa 8 %.

- **Verbrennung von Biomasse:** Wenn man von Menschen verursachte Verbrennung von Biomasse – wie zum Beispiel die alljährlich stattfindenden Osterfeuer – ausschließt, handelt es sich um relativ seltene Ereignisse. Das letzte in Berlin und weiten Teilen Norddeutschlands in vielen PM10-Messreihen sichtbare Ereignis waren Anfang September 2002 ausgebrochene großflächige Waldbrände im Raum Moskau. Die Ruß- und Aschepartikel wurden bis nach Deutschland verfrachtet und führten zwei Tage lang zu Überschreitungen des 24 h-Grenzwertes von PM10 auch in Berlin. Solche Fälle können im Rahmen der jährlichen Berichterstattung an die EU Kommission als natürliche Ereignisse gekennzeichnet werden, so dass aus solchen Grenzwertüberschreitungen keine Verpflichtung zu Maßnahmen erwächst.
- **Winderosion:** Durch Wind aufgewirbeltes Erdmaterial ist eine weitere wichtige natürliche PM10-Quelle. In der Darstellung der Staubzusammensetzung in Abb. II.3.9 erscheint es vorwiegend in den als „Rest“ bezeichneten weißen Tortenstücken im regionalen und urbanen Hintergrund. Der „Rest“ in der Kategorie „lokaler Verkehr“ wird nicht als natürlicher Beitrag angesehen, weil er durch die fahrenden Kraftfahrzeuge aufgewirbelt wird.

Erdkruste besteht vorwiegend aus Metallverbindungen, wovon Silizium den Hauptbestandteil ausmacht. Seine Konzentration kann jedoch mit dem hier verwendeten Verfahren zur Bestimmung der Staubzusammensetzung nicht ermittelt werden. In Anlehnung an einen von Rheinland-Pfalz [II.46] praktizierten Ansatz wurde der Anteil des Erdkrustenmaterials, einschließlich des Siliziums, anhand anderer analysierter Metalle (Calcium, Magnesium) grob abgeschätzt. Daraus ergibt sich etwa 1-2 µg/m³ Erdmaterial als Teil des „Rests“ im regionalen Hintergrund. Der Anteil des Erdkrustenmaterials aus Berlin, das im „Rest“ des urbanen Hintergrunds enthalten ist, liegt nach diesem Ansatz bei 0,9 µg/m³. Dabei handelt sich wahrscheinlich um eine Überschätzung, weil zum städtischen „Rest“ noch weitere nicht natürliche Quellen beitragen. In eigenen Untersuchungen [II.35] wurde der städtische Erdkrustenanteil mit 0,4 µg/m³ angegeben.

In der Summe wird der Anteil durch Wind aufgewirbelter Erdkruste an der PM10-Gesamtmenge auf etwa 2 µg/m³ oder 5 % geschätzt, der mit den Angaben in anderen Studien [II.46] und [II.36] übereinstimmt.

Hinsichtlich des Beitrags zu Überschreitungen des 24 h-Grenzwertes von 50 µg/m³ ist anzunehmen, dass dieser eher gering ausfällt, weil das im Brandenburger Umland aufgewirbelte Bodenmaterial überwiegend aus Sand besteht. Die Sandteilchen sind meist größer als 10 µm, so dass nur ein kleiner Teil (ca. 5 %) der Sandpartikel als PM10 gemessen wird [II.47]. Kleinere Sandpartikel werden dadurch erzeugt, dass größere Sandkörner beim Auftreffen zu kleineren Partikeln zermahlen werden. Dazu bedarf es jedoch hoher Windgeschwindigkeiten von mehr als 6m/s, die ganz überwiegend bei westlicher Windrichtung auftreten – also dann, wenn geringe PM10-Belastungen vorkommen. In Situationen mit östlicher Windrichtung, die vermehrt zu Überschreitungen des 24h-Grenzwertes führen (vgl. Abb. II.2.7), sind hohe Windgeschwindigkeiten, die zu nennenswertem Eintrag von erodiertem Bodenmaterial führen, nur selten anzutreffen. Zudem ist der südöstlich von Berlin gelegene Teil des Umlandes von Wald bedeckt und damit die Bodenerosion ohnehin unterdrückt. Im Übrigen sei noch mal auf Abb. II.3.10 verwiesen, die zeigt, dass selbst im extrem trockenen Sommer des Jahres 2003 nur vergleichsweise wenige Grenzwertüberschreitungen auftraten.

- Kristallines und an PM10-Bestandteile angelagertes Wasser ist ebenfalls im „Rest“ enthalten. Nach gegenwärtiger Erkenntnis [II.48] beträgt der Anteil an der PM10-Gesamtmenge etwa 10 % oder 3-4 µg/m³. Es taucht vor allem im Rest des regionalen Hintergrunds auf, weil es sich vorwiegend an die Verbindungen anlagert, die zum Sekundärstaub gehören und der vor allem im regionalen Hintergrund vertreten ist.
- Meersalz, das hauptsächlich aus NaCl (Kochsalz) besteht, liefert nur einen geringen Beitrag von etwa 0,4 µg/m³ zur PM10-Gesamtmenge in Berlin. Dies entspricht der gefundenen Menge im regionalen PM10-Hintergrund und stimmt mit dem aus Modellrechnungen [II.19] ermittelten Beitrag überein.

In der Summe addieren sich die natürlichen Beiträge (ohne das im PM10 eingelagerte Wasser) zu 5-6 µg/m³ oder 13-15% der verkehrsnah gemessenen Gesamtmenge des PM10.

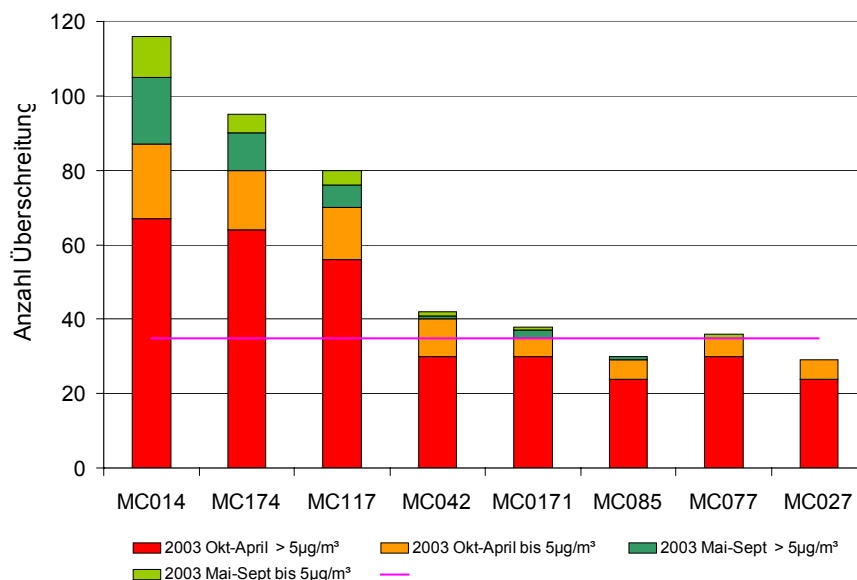


Abb. II.3.10 Jahreszeitliche Abhängigkeit und Höhe der Überschreitungen des 24h-Grenzwertes im Jahr 2003

Bezüglich der antropogenen Quellen:

- Der Sekundärstaub (blaue Tortenstücke, s. Abb. II.3.9) stammt überwiegend aus dem regionalen Hintergrund außerhalb der Stadt. Das meiste davon erscheint als Sulfat, das sich aus Schwefeldioxid gebildet hat und von Kraftwerken und Industriequellen im weiteren Umkreis der Stadt stammt (vgl. Abb. II.3.6). Der geringe Anteil des Sulfats im urbanen Hintergrund verdeutlicht, dass diese Quellgruppe in Berlin als Produzent von Sekundärstaub eine untergeordnete Rolle spielt.

Nitrat als weiterer Bestandteil des Sekundärstaubs bildet sich aus Stickoxiden. Der im regionalen Hintergrund enthaltene Anteil (5,1 % an der PM10-Gesamtmenge) kann zur Hälfte dem Kfz-Verkehr außerhalb der Stadt zugewiesen werden. Der Rest stammt vor allem aus Industrie- und Kraftwerksemissionen im weiteren Umkreis. Das im urbanen Hintergrund enthaltene Nitrat lässt sich ebenfalls zu etwa gleichen Teilen dem Verkehr und stationären Quellen in Berlin zuordnen. Einschließlich des vom lokalen Verkehr erzeugten Nitrats (1,7 %) können insgesamt fast 7 % des als Nitrat analysierten PM10 auf Stickoxidemissionen des Verkehrs zurückgeführt werden. Eine Minderung dieser Emissionen, die schon aus Gründen der Einhaltung des Grenzwertes für Stickstoffdioxid erforderlich ist, bringt also auch eine Entlastung für PM10.

Ammonium ist ein weiterer Teil des Sekundärstaubs, das überwiegend im regionalen Hintergrund vorkommt. Es bildet sich aus Ammoniak, das vor allem durch die Landwirtschaft außerhalb der Stadt (Tierhaltung, Düngung) erzeugt wird.

- Die schwarzen Tortenstücke geben den Rußanteil wieder. Er stammt in der Kategorie „lokaler Verkehr“ größtenteils aus dem Auspuff der Dieselfahrzeuge. Ruß wird auch beim Fahren der Fahrzeuge durch den Abrieb von Reifen und Bremsbelägen freigesetzt. Auch der Ruß im „urbanen Hintergrund“ stammt überwiegend aus dem Verkehr, da die Zahl der Ofenheizungen, die ebenfalls Rußpartikel produzieren, stark abgenommen hat.

Rußpartikel aus Verbrennungsprozessen sind sehr klein. Sie werden über weitere Strecken mit dem Wind verfrachtet, so dass sie auch im regionalen PM10-Hintergrund anzutreffen sind.

- Die als „organisches Material“ bezeichneten sonstigen Kohlenstoffverbindungen der Kategorie „lokaler Verkehr“ und „urbaner Hintergrund“ enthalten auch unverbrannte Abgaskomponenten, die sich an Dieselrußpartikel angelagert haben. Sie stammen teilweise auch aus dem Abrieb von Reifengummi und Fahrbahnmaterial [II.32].

- Aus den zur Quantifizierung der verkehrsbezogenen Partikelemissionen durchgeführten Studien [II.34] [II.32] ergab sich, dass unter den in Berlin herrschenden Bedingungen etwa 60 % der lokal durch den Verkehr erzeugten PM10-Belastung nicht aus dem Auspuff stammt, sondern durch Aufwirbelung von Straßenstaub, Abrieb von Reifen, Fahrbahnoberfläche und Bremsen erzeugt wird. Der Beitrag aus der Aufwirbelung von Straßenstaub findet sich im „Rest“ des lokalen Verkehrs (Abb. II.3.9)

Auf der Grundlage der oben beschriebenen Messungen der Staubinhaltsstoffe und der Informationen über die Emissionen der für die PM10-Belastung in Frage kommenden Verursacher wurde versucht, die Beiträge der wichtigsten Verursachergruppen zur PM10-Gesamtbelastung an einer Verkehrsmessstation quantitativ abzuschätzen. Bei dem in einer Studie [II.35] genauer beschriebenen und im Rahmen der Untersuchungen zur Ursachenanalyse angewandten Verfahren wird zusätzlich nach der Herkunft der Verursacher unterschieden.

Die Abb. II.3.11 zeigt in graphischer Form die Anteile an der PM10- Belastung an einer verkehrsreichen Hauptverkehrsstraße. Eine detaillierte Darstellung der Ergebnisse erfolgt in dem vorliegenden Bericht [II.31].

Hinsichtlich des Beitrags der Emittentengruppen zur PM10-Belastung an einem verkehrsreichen Standort in der Berliner Innenstadt (Abb. II.3.11) lässt sich festhalten,

- dass gut die Hälfte der gesamten Feinstaubbelastung durch den Verkehr hervorgerufen wird. Ein geringerer Teil (9% vom Gesamten) geht auf den Verkehr außerhalb der Stadt zurück.
- Anhand der Emissionsfaktoren für LKW und PKW lässt sich etwa zwei Drittel der durch den lokalen Verkehr in einer Hauptverkehrsstraße mit durchschnittlichem LKW-Anteil (4 %) verursachten PM10-Zusatzbelastung auf LKW zurückführen (siehe kleine Torte in Abb. II.3.11).
- Industrie- und Kraftwerke tragen etwa ein Viertel zur Gesamtbelastung bei, wovon der ganz überwiegende Teil aus Quellen außerhalb Berlins stammt.
- Zum Sekundärstaub trägt auch die Landwirtschaft mit ihren Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung bei (4 % vom Gesamten).

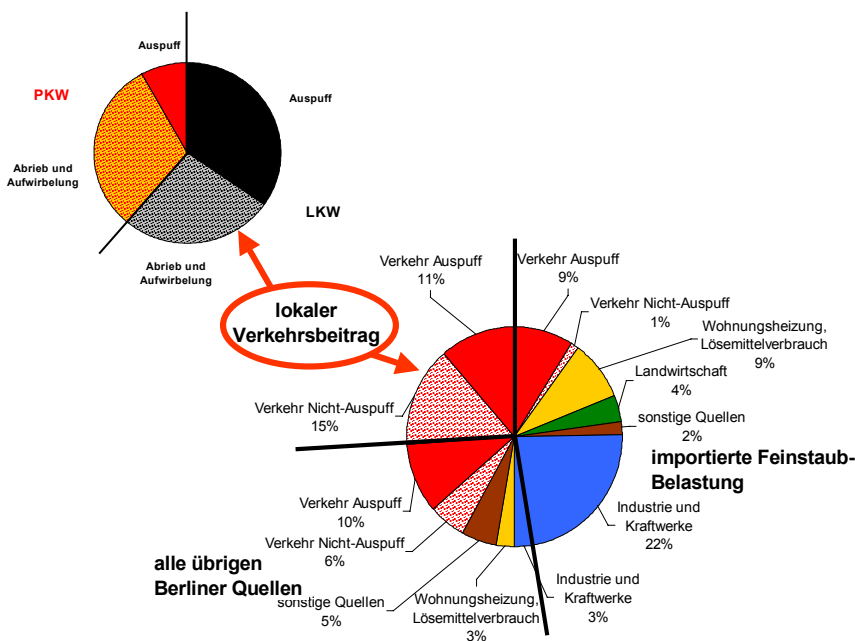


Abb. II.3.11 Auf der Basis von Emissions- und Immissionsdaten ermittelte Quellanteile an der PM10-Belastung an einer verkehrsreichen Straße in der Berliner Innenstadt

Da sich der importierte Beitrag aus dem regionalen Hintergrund nicht durch Maßnahmen in Berlin beeinflussen lässt, wurde der hausgemachte Anteil in Abb. II.3.12 separat dargestellt. Darin tritt der dominierende Anteil des Verkehrs deutlich hervor. Der durch Wohnungsheizung und Aktivitäten der Haushalte (z.B. Lösemittelverbrauch) erzeugte Beitrag von 6 % ist ähnlich gering wie der Anteil von Industrie und Kraftwerken.

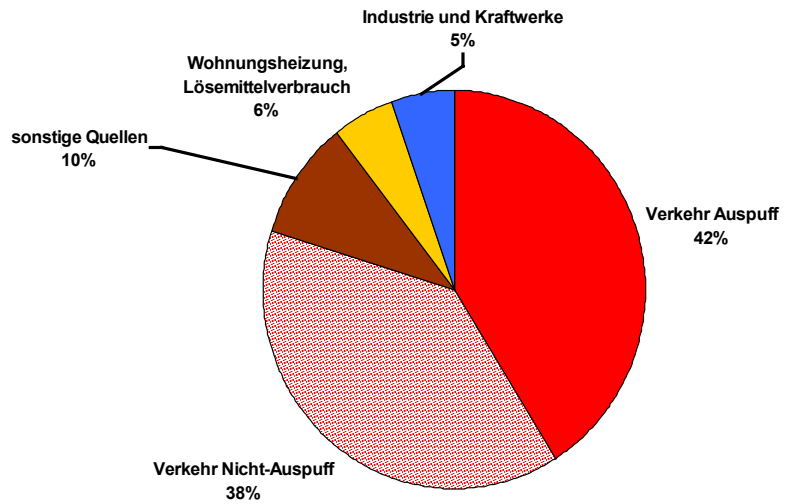


Abb. II.3.12 Auf der Basis von Emissions- und Immissionsdaten ermittelte Anteile der Berliner Quellen an der hausgemachten PM10-Belastung an einer verkehrsreichen Straße in der Berliner Innenstadt

Die hier vorgestellten, auf der Basis von Emissionen und gemessenen Immissionsdaten nach [II.35] ermittelten Ergebnisse lassen sich durch die Anwendung der in Abschnitt II.1.6 beschriebenen Ausbreitungsmodelle erhärten.

Die Abb. II.3.13 zeigt mit den Modellen berechnete Quellanteile an der PM10-Belastung in Verkehrsnähe. Vergleicht man die berechneten Quellanteile mit den aus Immissions- und Emissionsdaten ermittelten Zahlen in Abb. II.3.11 ergeben sich fast identische Anteile der PM10-Belastung aus dem regionalen Hintergrund, dem lokalen Verkehr und der übrigen Stadt.

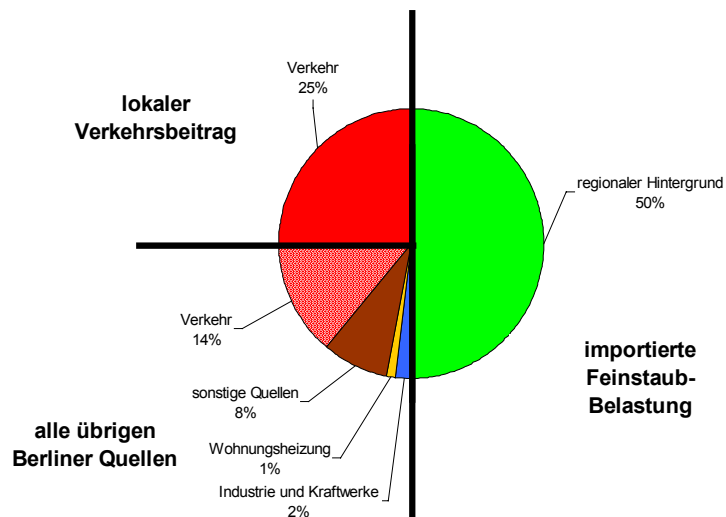


Abb. II.3.13 Mit Modellen berechnete Quellanteile an der PM10-Belastung in Verkehrsnähe

Die gute Übereinstimmung der Ergebnisse aus den Modellrechnungen und der aus Mess- und Emissionsdaten ermittelten Quellanteile lässt außerdem den Schluss zu, dass die in Kapitel III vorgestellten Modellrechnungen von Minderungsszenarien belastbare Aussagen über die zu erwartende Minderung der Luftbelastung ermöglichen.

II.3.3.2 Stickstoffdioxid

Zur Ermittlung der Quellanteile für Stickstoffdioxid wurden die in Kapitel II.1.6.2 beschriebenen Ausbreitungsmodelle verwendet [II.20].

Im Unterschied zu Feinstaub (PM₁₀) ist Stickstoffdioxid aufgrund seiner kürzeren Lebensdauer in der Atmosphäre ein eher lokal geprägter Schadstoff. Die Belastung von Stickstoffdioxid in innerstädtischen Wohngebieten mit wenig lokalem Verkehr geht zu 70 % auf Emissionen im Stadtgebiet zurück (siehe rote Säulen in Abb. II.3.3).

Die Belastung in **Hauptverkehrsstraßen** (siehe Abb. II.3.14) ist noch stärker durch Berliner Quellen dominiert, weil hier der Beitrag des lokalen Verkehrs hinzukommt. Er verursacht mehr als die Hälfte der gesamten Belastung. Weitere 32 % stammen aus den Stickoxidemissionen des Verkehrs im übrigen Stadtgebiet. Andere Berliner Quellen wie Industrie, Kraftwerke und Hausheizung spielen nur eine untergeordnete Rolle. Ihr Anteil ist mit 7 % ähnlich gering, wie der von außerhalb in das Stadtgebiet importierte Stickoxid.

Eine Reduktion der NO₂-Konzentration kann und muss daher vorwiegend mit verkehrsbezogenen Maßnahmen in Berlin erreicht werden.

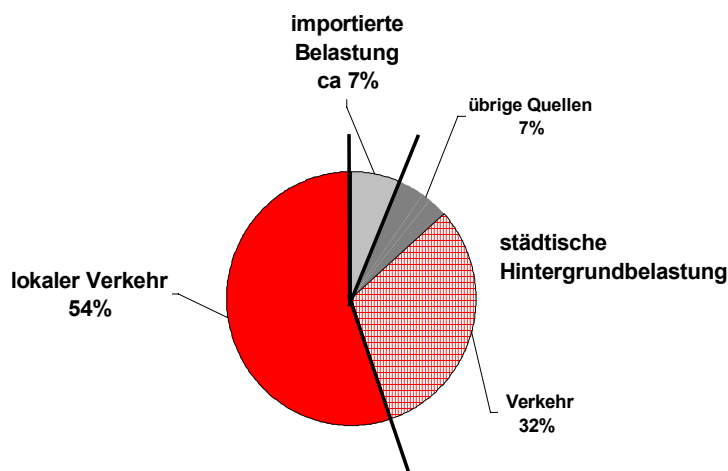


Abb. II.3.14 Mit Modellen berechnete Quellanteile an der Stickstoffdioxidbelastung an Hauptverkehrsstraßen

Zusammenfassung

Aus der Ursachen- und Quellanalyse in Berlin ergeben sich für die Maßnahmenplanung folgende Schlussfolgerungen:

- Lokale Kurzzeitmaßnahmen nach Art der früheren Smogverordnung sind zur Bekämpfung von Überschreitungen des 24h-Grenzwertes für Feinstaub (PM₁₀) wenig geeignet.
- Maßnahmen im Verkehrssektor sind vorrangig, wobei Dieselfahrzeuge – und hier besonders LKW – im Vordergrund stehen.
- Aufgrund des beträchtlichen Anteils der nicht aus dem Auspuff stammenden PM₁₀-Verkehrsemissionen sind die Möglichkeiten, PM₁₀-Belastungen mit technischen Maßnahmen am Fahrzeug zu mindern, eingeschränkt. Strategien zur Senkung des Verkehrsaufkommens gewinnen deshalb an Bedeutung.
- Mit lokalen, auf Berlin bezogenen Maßnahmen lässt sich nur die Hälfte der verkehrsnahen und ein Drittel der urbanen Hintergrundbelastung von PM₁₀ beeinflussen.
- Lokale Maßnahmen zum verstärkten Einsatz emissionsarmer Fahrzeugtechnik wirken sich nur auf einen vergleichsweise geringen Teil (Ruß, organische Verbindungen und lokal gebildetes Nitrat aus den Auspuffemissionen) des gesamten PM₁₀ aus. Wie Abb. II.2.3 zeigt, haben solche Maßnahmen in der Vergangenheit zu einem Rückgang der Rußwerte geführt, ohne jedoch einen sichtbaren Einfluss auf die PM₁₀-Konzentration gehabt zu haben.
- Eine ähnliche Problematik besteht bei NO₂, wo trotz verschärfter Abgasstandards keine Minderung der NO₂-Belastung erreicht wurde und sich der Anteil des NO₂ an den Emissionen zugleich erhöht hat.

III Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität

Schwerpunkt der Luftreinhalteplanung ist die Entwicklung von Maßnahmen mit denen die Grenzwerte zur Luftqualität dauerhaft eingehalten werden können. Im vorigen Kapitel wurde darauf hingewiesen, dass lokale Maßnahmen alleine nicht ausreichen, um insbesondere die Überschreitungen der Anzahl der Tagesmittelwerte für PM₁₀ unter den Grenzwert zu drücken. Lokale Maßnahmen müssen aber zumindest dazu führen, dass die Gefahr der Grenzwertüberschreitung oder der Zeitraum, in dem die Grenzwerte überschritten sind, verringert wird.

Kapitel III.1.1 beschreibt die Art und den Umfang bereits eingeleiteter Maßnahmen. Ihre Wirkung wurde in einem Trendszenario mit Simulationsmodellen berechnet um die zukünftige Entwicklung der großräumigen Luftbelastung abzuschätzen und um beurteilen zu können, ob zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden müssen.

Die Ergebnisse der Szenarienrechnung münden in der Schlussfolgerung, dass in Berlin zur Einhaltung der Grenzwerte zusätzliche Maßnahmen notwendig sind. Sie werden im nachfolgenden Abschnitt III.2 genauer beschrieben und ihre Wirkung mit Hilfe von Modellen abgeschätzt.

III.1 Verbesserung der Luftqualität ohne zusätzliche Maßnahmen

III.1.1 In der Umsetzung befindliche Maßnahmen und ihre Wirkung

III.1.1.1 Trendfall 2010: Emissionsseitige Minderungen europa- und deutschlandweit

Nicht nur wegen der gesetzlichen Anforderung², sondern im Hinblick auf die anfangs hervorgehobene Bedeutung des überregionalen Ferntransports von Feinstaub ist es für die Maßnahmenplanung erforderlich, die zukünftige Entwicklung dieses, durch lokale Maßnahmen nicht beeinflussbaren Beitrages zu quantifizieren.

Das hier entwickelte Trendszenario berücksichtigt auch europaweite Fortschritte infolge der Umsetzung europäischer Vorschriften für den Schadstoffausstoß von Anlagen, Kraftwerken und Kraftfahrzeugen sowie für die Kraftstoffqualität.

Im Nachbarland Polen, wo nach dem EU-Beitrittsvertrag die Abgasnormen für Industrieanlagen erst im Jahr 2010 Jahren eingehalten werden müssen, werden die Emissionen dieser Anlagen in den nächsten Jahren sicher stärker zurückgehen als in Berlin, das die strengen Abgasnormen von Industrieanlagen bereits seit mehreren Jahren einhält. Für ältere Kraftwerke in Polen bestehen jedoch noch Übergangsfristen bis 2015, so dass bis 2010 nur mit einer teilweisen Entlastung der für den Import von Feinstaub maßgebenden Schadstoffemissionen gerechnet werden kann.

Die für das Trendszenario notwendigen Annahmen bezüglich des zu erwartenden Rückgangs der europaweiten Emissionen basieren auf den Informationen der EU-Kommission [III.3].

Demnach wird in Deutschland im Vergleich zum Jahr 2000 der Ausstoß von Feinstaub bis 2010 um etwa 14 % zurückgehen. Bei Stickoxiden ist im Trendfall mit einer Abnahme der Emissionen um knapp 30 % zu rechnen.

Für die räumlich detaillierteren Rechnungen für die Umgebung Berlins standen darüber hinaus Abschätzungen des Landesumweltamtes Brandenburg zur zukünftigen Entwicklung der Schadstoffe des Straßenverkehrs zur Verfügung [II.22].

Danach wird bis zum Jahre 2010 trotz einer Zunahme des Kfz-Verkehrs, insbesondere auf den Autobahnen, mit einer Minderung der verkehrsbezogenen Emissionen bis 2010 um 10 % bei Feinstaub und um 40 % bei Stickoxiden gerechnet. Dies ist auf die verbesserte Abgasreinigungstechnik moderner Fahrzeuge zurückzuführen.

² Anlage 6 der 22. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz

Bei den Feinstaubemissionen der sonstigen Quellen ist in der Umgebung Berlins mit einer Emissionsminderung bis 2010 nicht zu rechnen, da hier insbesondere Emissionen aus der Landwirtschaft eine Rolle spielen.

III.1.1.2 Trendfall 2010: Emissionsseitige Maßnahmen und ihre Wirkung in Berlin

Für Industrieanlagen, Kraftwerke und die Hausheizung in Berlin wurden eigene Abschätzungen der in Zukunft zu erwartenden Reduzierung des Schadstoffausstoßes vorgenommen. Außerdem wird bei diesen Verursachern auf die Frage eingegangen, ob darüber hinausgehende Möglichkeiten zur Absenkung der Emissionen existieren und ob ihre Umsetzung im Hinblick auf den zu erwartenden Nutzen sinnvoll und verhältnismäßig ist.

Insgesamt ergibt sich für Berlin aus den nachfolgend beschriebenen Maßnahmen bis 2010 bezogen auf 2002 ein Rückgang der NO_x-Emissionen um gut 20 % und der PM₁₀-Emissionen um etwa 6 % (siehe Tab. II.1.8).

III.1.1.2.1 Industrieanlagen

Die Großfeuerungen spielen bei beiden Schadstoffen (Feinstaub, Stickoxide) eine wesentliche Rolle. Die Partikelemissionen kommen darüber hinaus zu einem großen Teil auch aus mechanischen und diffusen Prozessen, insbesondere bei der Aufbereitung von Bauschutt, beim Herstellen von Beton/Mörtel und beim Umschlag staubender Güter. Des Weiteren verursachen nach den in der jeweiligen Emissionserklärung verwendeten Emissionsfaktoren die Kaffeeröstereien und die Herstellung von Bitumenmischgut bedeutende Partikelemissionen.

Aus den letzten Betreibererhebungen über die Emissionsmassenströme aus dem Jahr 2000 (Emissionserklärung) ist festzustellen, dass in Berlin zum damaligen Zeitpunkt 7 Heizkraftwerke mit Kohle betrieben wurden: Reuter West, Reuter, Charlottenburg, Moabit, Rudow, Klingenberg und Oberhavel (insgesamt 16 Kraftwerksblöcke). Die Gesamtstaubemission betrug im Jahr 2000 insgesamt 137 Tonnen, wobei PM₁₀-Anteile aufgrund der vorhandenen Nass-Rauchgaswäscher und Elektrofilteranlagen nur zu einem Bruchteil darin enthalten sind.

Aus heutiger Sicht lassen sich bei den noch verbliebenen Kohleanlagen (Stilllegungen: KW Oberhavel im Okt. 2002, HKW Rudow im Febr. 2002, HKW Charlottenburg im Okt. 1999, im Okt. 2000 und im Juni 2003, HKW Reuter (Böcke A und B) im Nov. 2000) keine vertretbaren Maßnahmen zur Senkung der Feinstaub-PM₁₀-Emissionen durchführen, denn die aktuellen, kontinuierlich ermittelten Staubkonzentrationswerte im Abgas liegen bereits heute deutlich unter den erst im Jahre 2007 einzuhaltenden Grenzwerten der Großfeuerungsanlagen-Verordnung (13. BImSchV). Dies ist auf die abgeschlossenen Modernisierungsmaßnahmen (Rauchgaswäscher, Elektrofilter) der vergangenen Jahre zurückzuführen. Die derzeit betriebene letzte Schwerölf Feuerung (Wupperstr.), vier kleinere Heizwerke (Schnellerstraße, Kanalstraße, Blankenburger Str. und Weigandufer) sowie die verbliebenen 6 Kohleblöcke im HKW Reuter West, HKW Reuter, HKW Klingenberg und HKW Moabit (Zentrale Wirbelschichtfeuerung) bieten somit keine weiteren PM₁₀-Minderungspotentiale.

Die theoretischen Staub-Minderungspotentiale bei den anderen Anlagenarten konzentrieren sich auf ein Asphaltmischwerk, eine Kaffeerösterei sowie 4 Bauschutt aufbereitungsanlagen. Die beiden erstgenannten Anlagen sind dadurch charakterisiert, dass dort überwiegend gefasste Quellen emittieren, während bei den Bauschutt aufbereitungsanlagen in erster Linie die diffusen Flächenquellen zur Staubemission beitragen.

In der alten TA Luft 1986 [III.4] ist als Emissionsbegrenzung für gefasste Quellen, abhängig vom emittierten Massenstrom, ein Grenzwert von 150 mg/m³ bzw. 50 mg/m³ vorgegeben. Mit diesen auch noch im Jahr 2000 gültigen Werten wurden auch die Emissionserklärungen in 2000 berechnet, die für das Basisjahr 2002 zu Grunde liegen. Obwohl in der Regel die Genehmigungs- und Betriebswerte deutlich niedriger sind als die Werte der alten TA Luft ist selbst bei Verwendung der Emissionskonzentration nach der alten TA Luft der Beitrag der genehmigungsbedürftigen Anlagen an der Vorbelastung vergleichsweise gering. In der neuen TA Luft 2002 [III.2] wird für diese Quellen ein Staubgrenzwert von 20 mg/m³ im Bereich normaler Industrieanlagen gefordert und von 10 mg/m³ im Bereich der Abfallentsorgungs- und damit auch im Bereich der Bauschuttbehandlungsanlagen.

In Berlin wurde in der Vergangenheit bereits im Regelfall zur Minderung staubförmiger Emissionen ein Gewebefilter gefordert und ein entsprechender Grenzwert festgelegt. Dieser liegt bei den beiden erstgenannten Industrieanlagen bei 10 mg/m³.

Die Emissionen der ausgewiesenen Kaffeerösterei liegen auch ohne Minderung sicher unter 10 mg Staub/m³ und damit deutlich unter dem Grenzwert der neuen TA Luft 2002. Bei dem vorgenannten Asphaltmischwerk ist durch die bereits genehmigungsrechtlich festgelegte Emissionsbegrenzung auf 10 mg Staub/m³ eine dem Stand der Emissionsminderungstechnik entsprechende Regelung umgesetzt worden.

In den Fällen, in denen im Bereich der Bauschuttzubereitungsanlagen Abluft erfasst und behandelt wird, ist ebenfalls ein Gewebefilter zur Entstaubung mit entsprechender Emissionsbegrenzung auf 10 mg/m³ vorgegeben. Im Bereich der Bauschuttbehandlungsanlagen ist die Forderung eines Wertes von weniger als 10 mg/m³ rechtlich und praktisch nicht begründbar, da die gefassten Quellen in diesem Bereich nur einen Bruchteil der Gesamtemission, die durch die diffusen Quellen hervorgerufen wird, ausmachen.

Auch in den anderen Betrieben mit genehmigungsbedürftigen Anlagen kommen für gefasste Emissionsquellen in der Regel Gewebe- bzw. Tuchfilter zur Entstaubung zum Einsatz. Diese Staubminderungstechnik stellt noch heute die beste verfügbare Technik (BVT-Standard) dar, weshalb im Bereich der gefassten und mit Emissionsminderungstechnik ausgestatteten Emissionsquellen kein belastbares Minderungspotenzial für den Luftreinhalteplan ableitbar ist.

Für Flächenquellen (insbesondere Bauschuttbehandlungsanlagen), die diffus emittieren, bietet die alte und neue TA Luft eine große Spannweite an möglichen Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen im Bereich des Umschlags und der Lagerung staubender Güter an.

Die grundsätzlichen Anforderungen der alten TA Luft an die Freilagerung wurden in Berlin so umgesetzt, dass die in der neuen TA Luft aufgeführten Anforderungen wie Kapselung, Ablufferfassung, Befeuchtung offener Übergabestellen und Flächenquellen wie Halden, Hochdruckbedüsung u.ä. bereits erfüllt sind.

Die allgemeine und maximale Forderung sowohl der alten als auch der neuen TA Luft nach Einhausung des gesamten Anlagenbetriebs, insbesondere als nachträgliche Maßnahme, wurde und wird für derartige Betriebe bundesweit generell als unverhältnismäßig eingestuft. Die Kosten für zusätzliche Minderungen im Bereich der diffusen Quellen, bei denen überhaupt noch ein gewisses Minderungspotenzial durch den Bau einer Halle im Bereich der Bauschuttzubereitung in relevanter Größe möglich erscheint, liegen so hoch, dass eine nachträgliche Anordnung nach § 17 BImSchG nicht getroffen werden darf und die Genehmigung entschädigungspflichtig widerrufen werden müsste.

Im Bereich der PM₁₀-Emissionen ergibt sich die Schlussfolgerung, dass bei den gefassten Quellen kein realisierbares Minderungspotential existiert und bei den diffusen Quellen kaum Potential über den in der neuen TA Luft beschriebenen Standard mit verhältnismäßigem Aufwand zu erreichen ist.

Im Zuge der Ermittlung des Altanlagenanierungsbedarfs zur Umsetzung der neuen TA Luft 2002 wird jedoch in jedem Einzelfall geprüft werden, in welchen Fällen auch unter Berücksichtigung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit noch Verbesserungen im Bereich der Vermeidung diffuser staubförmiger Emissionen gegeben sind. Auswirkungen werden solche Optimierungsmaßnahmen auf den Nahbereich der Anlage haben, aber nicht auf die Gesamtbelastungssituation in Berlin.

Im Bereich der NO_x-Emissionen ist festzustellen, dass die gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte deutlich unterschritten werden und eine weitere Senkung nicht möglich ist. Die technische Ausrüstung der Kraftwerksblöcke mit Abgasreinigungsanlagen und deren Feuerführung ist in den letzten Jahren auf den letzten Stand der besten verfügbaren Technik gebracht worden. Für die Betrachtung der NO_x-Emissionen erweitert sich der Kreis der Großemittenten um die erdgas- und ölgefeuerten Heizkraftwerke, Heizwerke der BEWAG, die fünf Fernheizwerke (Weigandufer, Wallenroder Str., Lange Enden, Albert-Einstein-Str. und Seesener Str.) sowie die knapp zwanzig genehmigungsbedürftigen Industriefeuerungen.

Die NO_x-Emission aus Kraftwerken im Jahr 2000 lag bei insgesamt ca. 5.000 Tonnen. Die momentan gemessenen NO_x-Abgaskonzentrationswerte liegen aufgrund der vorhandenen sekundären Abgasentstickungsanlagen (Selektive katalytische Reduktions-Verfahren im HKW Lichterfelde, HKW Reuter West und Reuter, der Gas- und Dampfturbinen-Anlage (GUD) im HKW Mitte) und der NO_x-armen Stufenbrenner (Primärmaßnahmen) im Bereich von 60 - 180 mg/m³. Die novellierte 13. BImSchV - Verordnung über Großfeuerungsanlagen und Gasturbinen - schreibt für Altanlagen nach Ablauf der Übergangsfrist ab 1. November 2007 Grenzwerte je nach Brennstoff und Leistung von 150 mg/m³ bis 250 mg/m³ vor, die bereits heute eingehalten werden.

Bei den „Nicht-Kraftwerken“ lassen lediglich die Hausmüllverbrennungsanlage, die Klärschlamm- sowie eine Altreifenverbrennungsanlage ein Minderungspotential beim Stickoxid vermuten. Bei der Müllverbrennungsanlage Ruhleben ist aber bereits jetzt durch den Betrieb einer SCR-Anlage (Selective Catalytic Reduction) zur Entstickung der bestverfügbare Stand der Technik umgesetzt. Die in den gültigen Genehmigungsbescheiden festgelegte Emissionsbegrenzung von 100 mg NO_x/m³ entspricht bereits einer Halbierung des ohnehin schon sehr strengen Grenzwertes nach der 17. BImSchV [III.6] (in der gerade erst novellierten 13. BImSchV [III.5] ist für Anlagen dieser Größenordnung ein deutlich höherer Grenzwert von 150 mg/m³ bis 250 mg/m³ vorgesehen) und bietet daher keinerlei Minderungspotenzial mehr. Die Klärschlammverbrennungsanlage der Berliner Wasser Betriebe hat zwar keine Entstickungstechnik, liegt aber Einsatzstoff bedingt ohnehin auf dem Emissionskonzentrationsniveau der MVA Ruhleben, so dass hier keine weiteren Maßnahmen erforderlich und sinnvoll sind. Die ebenfalls aufgeführte Altreifenverbrennungsanlage ist bereits seit Mitte 2001 außer Betrieb und wird, wenn überhaupt, nur mit einer dem Stand der Entstickungstechnik entsprechenden Anlage wieder in Betrieb gehen.

Bis zum Jahre 2010 ist damit zu rechnen, dass bei einzelnen Anlagen Modernisierungen oder Brennstoffumstellungen vorgenommen werden, die zu einer pauschalen Minderung bei den Stickoxiden um ca 10 % führen werden, wie sie auch in den vergangenen Jahren festzustellen waren. Bei den Feinstaubemissionen ist bis 2010 mit bis zu 20 % Minderung zu rechnen, da hier noch die zusätzlichen Optimierungsmaßnahmen bei den einzelnen diffusen Quellen wirken werden.

III.1.1.2.2 Hausheizung

Die novellierte Verordnung zu Kleinf Feuerungsanlagen³ [III.4] legt leistungsabhängige Abgasverlustgrenzwerte für bestehende sowie neue öl- und gasgefeuerte Kleinf Feuerungsanlagen fest. Aufgrund dessen musste bis 2004 ein Teil des Altanlagenbestands durch neue Geräte ersetzt werden. Zudem verlangt die Energieeinsparverordnung (EnEV) [III.2] den Austausch von veralteten Anlagen im Leistungsbereich von 4 bis 400 kW.

Innerhalb des „großen Hundekopfes“ ist ein Luftreinhaltevorranggebiet ausgewiesen, in dem planungsrechtlich festgesetzt ist, dass bei Neubauten die Beheizung mit festen Brennstoffen nur mit zusätzlichen Minderungsmaßnahmen zur Reduktion der Schadstoff-Emissionen möglich ist. Während sich für die Stickoxidemissionen Reduktionen von 7 bis 9 % ergeben, wird bei den Partikelemissionen aufgrund des weiteren Rückgangs des Einsatzes von festen Brennstoffen eine Emissionsabnahme von 25 % bis zum Jahr 2005 und um 35 % bis 2010 erwartet.

III.1.1.2.3 Kleingewerbe

Die Erneuerung der Geräte bei Gewerbebetrieben wird in den kommenden Jahren insbesondere bei den Stickoxidemissionen zu weiteren Minderungen führen.

Die Emissionen aus nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen dürften sich demnach bis zum Jahre 2010 beim Feinstaub um etwa 5 % verringern. Bei den Stickoxiden ist mit einer etwas größeren Minderung von ca. 33 % zu rechnen.

³ 1. Verordnung zum BImSchG

III.1.1.2.4 Kfz-Verkehr

Hinsichtlich der Entwicklung der Schadstoffemissionen des Verkehrs dienen die vom Umweltbundesamt [III.3] neu ermittelten Daten zur Emission der einzelnen Fahrzeugtypen als Grundlage. Übernommen wurden auch die vom UBA getroffenen bundesweiten Trendannahmen zum Ersatz alter, hoch emittierender Fahrzeuge durch neue schadstoffarme Typen.

Die unterstellte Verkehrsentwicklung orientierte sich an dem im Rahmen des StEP Verkehrs verwendeten Szenario¹, das – außer dem geplanten Ausbau der Verkehrsinfrastruktur – keine wirkungsvollen verkehrsdämpfenden Maßnahmen beinhaltet. Es geht von einer gegenüber heute leicht zunehmenden Kfz-Fahrleistung aus.

Demnach ist bis 2010 auch auf den Straßen im weiteren Stadtbereich und ins Umland mit geringfügigen Steigerungen der Verkehrsbelastung zu rechnen. Dies ist auf das nach wie vor anhaltende Wachstum der Bevölkerungszahl im Umland und die Zunahme des Straßengüter- und Wirtschaftsverkehrs zurückzuführen. Die momentane vor allem durch den Verkehr hervorgerufene Schadstoffbelastung und die Zunahme des Nutzfahrzeugverkehrs ist Anlass, dieser Problematik im Kapitel III.2.1.2.3 mit der Einführung zusätzlicher Abgasminderungs-technik zu begegnen.

Die Auspuffemissionen des Kfz-Verkehrs nehmen, bedingt durch die allmähliche Verdrängung der älteren Fahrzeuge mit hohen Schadstoff-Emissionen, bis 2010 sowohl bei den Stickoxiden als auch bei den Partikeln um ca. 30 % ab. Allerdings wird der durch den Abrieb der Fahrbahn, Reifen und Bremsen sowie durch die Aufwirbelung von Straßenstaub erzeugte Feinstaub wegen der erhöhten Fahrleistung geringfügig zunehmen.

III.1.1.2.5 Sonstiger Verkehr

Für die zukünftige Entwicklung der Emissionen des sonstigen Verkehrs wird eine Prognose des UBA [III.3] verwendet, die besagt, dass die Verkehrsleistung in Deutschland beim Luftverkehr zwischen 2000 bis 2010 deutlich zunimmt, während die Verkehrsleistung beim Wasser- und Schienenverkehr nur geringfügig ansteigt. Nach einer aktuellen Erhebung des Statistischen Bundesamtes aus dem Jahre 2004 ist die Verkehrsleistung beim Wassergüterverkehr zwischen 1999 und 2003 jedoch leicht gesunken, so dass der im UBA-Bericht prognostizierte Anstieg nicht mehr erreicht werden dürfte. In der Abschätzung des Wasserverkehrs wird daher von einer konstant bleibenden Verkehrsleistung bis 2010 ausgegangen.

Aus dem oben genannten Berichten können für die spezifischen Emissionsfaktoren und Energieverbräuche die folgenden Aussagen abgeleitet werden:

Schienenverkehr

Die Emissionen je Fahrzeug nehmen bei Stickoxiden bis 2010 um 5 % und bei den Partikeln um 15 % ab. Der spezifische Energieverbrauch geht ebenfalls ca. 5 % zurück.

Wasserverkehr

Die Stickoxidemissionen pro Schiff verändern sich bis 2010 nicht, während der Partikelaustritt und der spezifische Energieverbrauch jeweils um ca. 5 % zurückgehen.

Luftverkehr

Die Emissionen je Flugzeug nehmen bei Stickoxiden und Partikeln zwischen 2000 und 2010 um 5 % ab. Der spezifische Energieverbrauch reduziert sich um ca. 10 %.

Bei einer voraussichtlichen Zunahme des Flugverkehrs bis 2010 um 10 % und nahezu konstanten Verkehrsleistungen beim Schienen- und Wasserverkehr ist beim sonstigen Verkehr, bezogen auf das Basisjahr 2002, mit einer Reduktion der gesamten Stickoxidemission um 5 % und der Partikelemission um 14 % zu rechnen.

Die Abrieb- und Aufwirbelungs-Emissionen des sonstigen Verkehrs sind aus erhebungstechnischen Gründen den sonstigen Quellen zugeordnet worden.

III.1.1.2.6 Sonstige Quellen

Die zukünftige Entwicklung bei den Emissionen der sonstigen Quellen wird stark beeinflusst von den mobilen Maschinen und Geräten. Für die Neubeschaffung dieser Maschinen und Geräte gelten seit einigen Jahren Abgasgrenzwerte für Neugeräte, die sich allerdings erst allmählich auswirken werden.

Bei den verbrennungsbedingten Emissionen sonstiger Quellen, zu denen auch die Zusatzheizungen mit Holz in größerem Umfang beitragen, ist bis zum Jahr 2010 eine Reduktion der Stickoxidemissionen und der Partikelemissionen um 10 % zu erwarten. Bei den sonstigen Quellen werden etwa die Hälfte der Feinstaubemissionen durch Abriebe und Aufwirbelung verursacht, für die keine Verminderung bis 2010 absehbar ist. Daher geht die Feinstaubemission dieser Quellgruppe insgesamt nur um etwa 5 % zurück.

III.1.2 Verbesserung der immissionsseitigen Luftqualität ohne zusätzliche Maßnahmen (Trend)

Mit Hilfe der anfangs erwähnten Rechenmodelle kann abgeschätzt werden, wie sich die Luftqualität in Berlin aufgrund der im vorigen Abschnitt beschriebenen Maßnahmen zur Reduktion der Schadstoffemissionen verbessern wird. Die Rechnungen erlauben darüber hinaus eine Quantifizierung der aufgrund des europaweiten Trendszenarios bis 2010 zu erwartenden Minderung der in den Großraum Berlin importierten Luftbelastung.

Nach diesen Rechnungen wird das von außen in die Stadt getragene Feinstaubniveau bis 2010 im Vergleich zu 2002 um etwa 10 % sinken. Betrachtet man den hausgemachten Anteil der Feinstaubbelastung im Gebiet des großen Hundekopfes, ergibt sich unter den Annahmen eines Trendszenarios eine etwas geringere Abnahme von etwa 7 % bis 2010. Im Mittel sinkt damit die Feinstaubbelastung um 7 bis 10 %.

Die damit zu erwartende Verbesserung der Feinstaubwerte ist ausreichend, um auch in Jahren mit ungünstigen Wetterbedingungen den als Jahresmittel definierten Grenzwert für Feinstaub einhalten zu können.

Der für den Trendfall prognostizierte Rückgang führt aber nicht zur Einhaltung des 24 h-Grenzwertes für Feinstaub. Das linke Diagramm in Abb. III.1.1 zeigt die Länge der Straßenabschnitte, mit Überschreitungen des 24 h-Grenzwertes, jeweils für das Basisjahr 2002 und für die Jahre 2005 und 2010, unter der Annahme derselben Wetterbedingungen und des Rückgangs der Emissionen aufgrund des Trendszenarios. Trotz einer deutlichen Verbesserung bleiben, ausgehend von etwa 450 km Länge im Jahr 2002, bis 2005 noch etwa 350 km Straßenabschnitte und bis 2010 etwa 200 km mit Grenzwertüberschreitungen übrig, an denen 140.000 (2005) bzw. 80.000 (2010) unmittelbar betroffene Menschen leben.

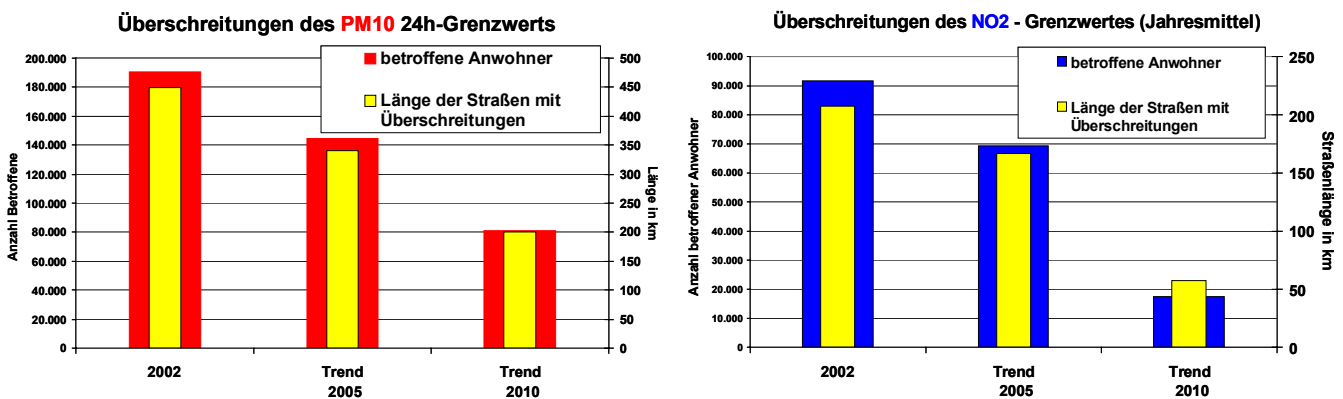


Abb. III.1.1 Änderung der Länge der Straßen mit Überschreitungen des 24 h-Grenzwertes für PM10 (links) und des NO₂-Grenzwertes (rechts) und der jeweils davon betroffenen Anwohner im Basisjahr 2002 und im Trendfall 2005/2010

Um den 24 h-Grenzwert für Feinstaub überall einzuhalten, ist ein Rückgang der Konzentrationen um etwa 25 % erforderlich. Wie eingangs erwähnt, ist eine Verbesserung in dieser Größenordnung ohne zusätzliche Minderungsmaßnahmen weder für den hausgemachten noch für den importierten Teil der Feinstaubbelastung zu erwarten. Es müssen also zusätzliche Maßnahmen in Berlin auf nationaler und europäischer Ebene ergriffen werden, um beide Anteile weiter zu reduzieren.

Ein ähnliches Fazit lässt sich für die vorhersehbare Entwicklung der Stickstoffdioxidbelastung ziehen (s. rechtes Diagramm in Abb. III.1.1). Durch die bisher eingeleiteten Maßnahmen des Trendszenario wird die Konzentration in den Hauptverkehrsstraßen bis 2010 um durchschnittlich 22% reduzieren, wodurch auch die Zahl der Straßen mit Grenzwertüberschreitungen und die davon betroffenen Anwohner deutlich sinken wird. Es bedarf aber auch hier zusätzlicher, vorwiegend in Berlin zu treffender Maßnahmen, um die verbleibenden 60 km Straßen und die dort lebenden 20.000 Betroffenen zu entlasten.

Zusammenfassung:

- In einem Trendszenario wurde untersucht, wie sich die in Berlin und auf nationaler und europäischer Ebene bereits eingeleiteten Maßnahmen zur Senkung des Schadstoff-Ausstoßes auf die Luftqualität auswirken werden.
- In Berlin wurde bei Kraftwerken, Industrieanlagen und Hausheizungen durch den Einsatz moderner Technik eine erhebliche Minderung der Feinstaub- und Stickoxidemission erreicht. Die für 2007 vorgeschriebenen Grenzwerte für den Schadstoffausstoß von Industrieanlagen werden bereits jetzt erreicht und zum Teil deutlich unterschritten.
- Die schon umgesetzten oder eingeleiteten Maßnahmen werden dazu führen, dass in städtischen Wohngebieten bis 2010 die Feinstaubbelastung um 7-10 % und die Stickstoffdioxidwerte um 22% zurückgehen
- Dieser Rückgang reicht aus, um den als Jahresmittel definierten Grenzwert für Feinstaub auch in Jahren mit ungünstigen Wetterverhältnissen einhalten zu können.
- Die Länge der Straßenabschnitte mit Überschreitungen des 24h-Grenzwertes für Feinstaub und des Jahresgrenzwertes für Stickstoffdioxid und die davon betroffene Zahl der Anwohner werden infolge des Trendszenarios bis 2010 mehr als halbiert.
- Um die verbleibenden Grenzwertüberschreitungen zu vermeiden, müssen zusätzliche Maßnahmen zur Minderung der Feinstaub- und Stickoxidemissionen eingeleitet werden.

III.2 Zusätzliche Maßnahmen und ihre Wirkung auf die Luftqualität

Im folgenden Abschnitt werden die Wirkungen zusätzlicher Maßnahmen abgeschätzt. Dies schließt eine Beurteilung der Umsetzbarkeit und der Verhältnismäßigkeit der Maßnahme ein. Dabei werden folgende Gesichtspunkte berücksichtigt:

- der Anteil der einzelnen Verursacher an der Luftbelastung,
- die voraussichtliche Wirkung der Maßnahmen hinsichtlich der Minderung der Schadstoffkonzentration, von Grenzwertüberschreitungen und der Anzahl von Betroffenen,
- die für die Umsetzung benötigte Zeit sowie weitere notwendige Rahmenbedingungen.

III.2.1 Ergänzende Maßnahmen Berlins

III.2.1.1 Maßnahmen bei stationären Schadstoffquellen

Industrie, Kraftwerke und Hausheizung

Im vorangehenden Kapitel der Trendanalyse wurden die bereits eingeleiteten Maßnahmen bei stationären Schadstoffquellen beschrieben und die Möglichkeiten für zusätzliche Aktivitäten aufgezeigt. Die Frage, ob in diesem Bereich zusätzliche Verbesserungen mit verhältnismäßigen Maßnahmen erreicht werden können, lässt sich wie folgt zusammenfassend beantworten:

- für Industrie und Kraftwerke lassen sich keine weiteren vertretbaren Maßnahmen zur Senkung der Feinstaub- und Stickoxidemissionen durchführen. Die Emissionswerte liegen bereits heute deutlich unter den erst im Jahre 2007 einzuhaltenden Grenzwerten der 13. BImSchV (Großfeuerungsanlagenverordnung). Im Zuge der Ermittlung des Altanlagen-sanierungsbedarfs zur Umsetzung der neuen gesetzlichen Vorschriften wird jedoch in jedem Einzelfall geprüft werden, ob unter Berücksichtigung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit noch Verbesserungen im Bereich der Vermeidung diffuser staubförmiger Emissionen möglich sind.
- bei Hausheizungen werden nur noch weniger als 5 % der Wohnungen mit Kohle beheizt. Die gesetzlich vorgesehenen Maßnahmen im Rahmen der 1. BImSchV zur Sanierung kleiner Feuerungsanlagen sind für diesen Sektor ausreichend.

Fazit:

- Industrie, Kraftwerke und Hausheizungen haben aufgrund des hohen technischen Standards geringe Anteile an den Immissionen. Durch zusätzliche Maßnahmen sind nur sehr geringe Minderungen möglich.

Staubemission durch Bautätigkeit, Kleingewerbe und Privatpersonen

Bei den sonstigen Verursachern von Feinstaubemissionen waren und sind die zahlreichen in Berlin vorhandenen Großbaustellen eine Quelle zusätzlicher Emissionen, die aber durch Auflagen bei der Baugenehmigung soweit begrenzt werden, wie es der Stand der Technik erlaubt. Bei den kleineren, insbesondere privaten Baustellen wird der Stand der Technik nicht immer eingehalten. Hier sollen in Zukunft vor allem die Bauherren besser über bestehende Möglichkeiten zur Staubvermeidung informiert werden.

Um die Verpflichtung zu Maßnahmen gegen Staubemissionen durch Bautätigkeit, sowie durch private Tätigkeiten auch rechtlich zu verankern, wurde eine entsprechende Regelung in das für 2005 geplante, neue Landes-Immissionsschutzgesetz [III.1] aufgenommen. Um die Entstehung und Ausbreitung von Stäuben zu unterbinden oder zu begrenzen, wird die für den Umweltschutz zuständige Senatsverwaltung ermächtigt, durch Rechtsverordnung Maßnahmen zu bestimmen sowie Emissionsgrenzwerte und Immissionsrichtwerte festzulegen.

Maßnahmen:

1. Information der Bauherren über Möglichkeiten der Staubminderung auf Baustellen
2. Es wird geprüft, ob auf Baustellen in besonders belasteten Bereichen die Benutzung partikelgeminderter Baumaschinen verlangt werden kann und welche Kriterien dafür in Frage kommen.
3. Verminderung von Staubemission von Baustellen unter Nutzung des neuen Landes-Immissionsschutzgesetzes.

Wirkung:

- mittel bis hoch, aber räumlich und zeitlich begrenzte Minderung

Zeithorizont für die Umsetzung:

- zu 1. und 2.: bis Ende 2005
- zu 3.: ab Ende 2005 laufend

III.2.1.2 Maßnahmen im Verkehr**III.2.1.2.1 Emissionsminderung durch emissionsarme Kraftstoffe und Abgastechnik am Fahrzeug****Verbesserung der kommunalen Linienbusflotte**

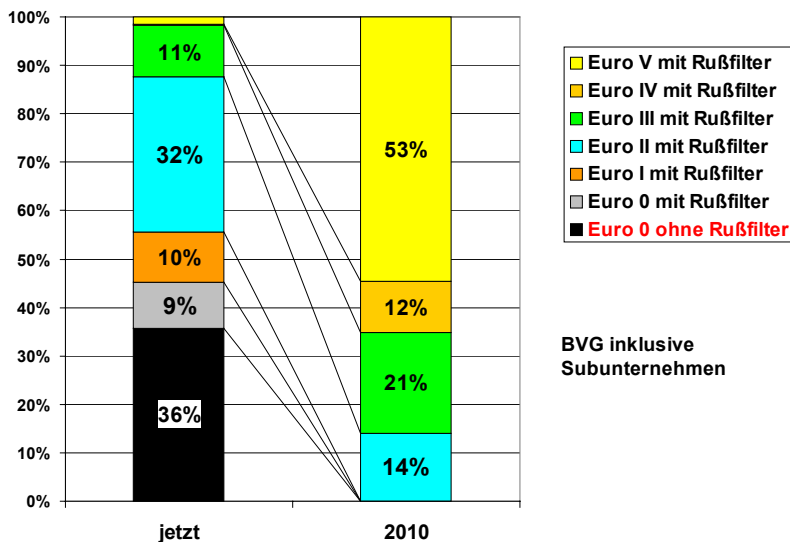
Berlin hat bereits Ende der 90er Jahre mit dem in Landesbesitz befindlichen Betreiber des öffentlichen Personennahverkehrs, den Berliner Verkehrsbetrieben (BVG), eine Vereinbarung über die Ausrüstung der Busflotte mit Partikelfiltern getroffen. Etwa zwei Drittel der Busflotte, die von der BVG oder von Subunternehmern betrieben werden, sind mit Partikelfiltern ausgerüstet.

Die Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) werden mit der jetzt durchgeführten Ersatzbeschaffung in den nächsten 3 Jahren fast ihre gesamte Flotte von ca. 1.400 Fahrzeugen, die zusammen etwa 6 % des in Berlin verkauften Dieselmotorkraftstoffes verbrauchen, mit Partikelfiltern ausgestattet haben. Mit einem Förderprogramm der Bundesregierung konnten 25 moderne Dieselbusse beschafft werden, die dem besonders umweltfreundlichen EEV-Standard entsprechen.

Ziel ist der weitere Ersatz von 600 älteren Fahrzeugen aus der mit Partikelfiltern ausgerüsteten Gruppe durch moderne Busse der Euro V und EEV-Klasse (siehe Abb. III.2.1).

Dieselben Anforderungen werden an die privaten Busunternehmer gestellt, die mit derzeit etwa 180 Bussen bestimmte Linien im Auftrage der BVG bedienen. Der erste Subunternehmer fährt im Jahre 2005 bereits mit Erdgasbussen, die dem EEV-Standard entsprechen.

Bei der künftig obligatorischen Ausschreibung von Verkehrsleistung im ÖPNV wird die Einhaltung strengerer Emissionsstandards über den Nahverkehrsplan zur Bedingung gemacht.



BVG inklusive
Subunternehmen

Abb. III.2.1 Zukünftige Entwicklung der Linienbusflotte in Berlin

Maßnahmen:

1. Schrittweise Umrüstung der BVG Linienbusflotte mit Rußfilter
2. Schrittweise Umrüstung der BVG Linienbusflotte auf EEV-Standard (Nahverkehrsplan)

Wirkung:

- gering, im Vergleich zur Gesamtemission des Straßenverkehrs (siehe Säule IV in Abb. III.2.6), aber merkliche Wirkung in Straßen mit hoher Busfrequenz; Vorbildfunktion für andere Sektoren

Zeithorizont für die Umsetzung:

- zu 1. bis 2008
- zu 2. bis 2012

Verbesserung der übrigen kommunalen Fahrzeugflotte

Die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung hat im April 2003 alle Senatsverwaltungen und Bezirke aufgefordert, dass nur noch Fahrzeuge mit dem bestverfügbaren Abgasstandard beschafft werden sollen. Bei Polizei, Feuerwehr und Fuhrpark wurde daher in den Richtlinien für die Ausschreibung von Beschaffungen „... das bestmögliche serienmäßige Abgasreinigungssystem und die wirtschaftliche Verwendung des Kraftstoffes...“ gefordert. Leider waren bis vor kurzem Dieselfahrzeuge mit Partikelfilter oftmals noch nicht im Angebot der Hersteller der für den jeweiligen Einsatzzweck benötigten Fahrzeuge enthalten. Inzwischen hat sich dieses Angebot erheblich verbessert. 2004 wurden beispielsweise 150 Polizeieinsatzwagen mit Rußfilter beschafft. Neue oder zu verlängernde Leasingverträge werden nur noch Erdgasfahrzeuge, Benzinfahrzeuge oder Dieselfahrzeuge mit Partikelfiltern umfassen, vorausgesetzt dass solche Fahrzeuge für den jeweiligen Einsatzzweck angeboten werden.

Darüber hinaus wird der Fuhrpark Berlin das Potential zur Nachrüstung bestehender Fahrzeuge mit Partikelfiltern bzw. den Einsatz von Erdgasfahrzeugen prüfen.

Ermöglicht durch Mittel aus dem Umweltförderprogramm fahren bei der Berliner Stadtreinigung inzwischen ein Viertel der Müllsammelfahrzeuge mit Erdgas. Bis 2007 sollen 735 weitere Fahrzeuge – davon 137 Müllsammelfahrzeuge – durch neue Fahrzeuge ersetzt werden, die den Abgasstandard EURO V/EEV erfüllen. Bei der Ausschreibung der darin enthaltenen neuen Müllsammelfahrzeuge ist auch die Option des Betriebs mit Erdgas vorgesehen.

Der Senat wird sich dafür einsetzen, dass der Anteil der lärm- und abgasarmen Erdgasfahrzeuge sukzessiv erhöht wird. Ziel ist, die Umstellung des Fuhrparks auf Erdgas oder die Nachrüstung für Dieselfahrzeuge mit Rußfilter innerhalb der nächsten 4 Jahre zu erreichen.

Maßnahmen:

1. Schrittweise Umrüstung/Ersatz des Berliner Fuhrparks mit Rußfilter bzw. Erdgasfahrzeugen
2. Schrittweise Umrüstung/Ersatz des Fuhrparks der BSR mit Rußfilter bzw. Erdgasfahrzeugen
3. Verhandlungen über ähnliche Kondition für andere Entsorgungsunternehmen

Wirkung:

- gering im Vergleich zur Gesamtemission des Straßenverkehrs (siehe Säule IV in Abb. III.2.6), aber merklicher Effekt an Belastungsschwerpunkten mit viel Entsorgungsverkehr; Vorbildcharakter für andere Sektoren

Zeithorizont für die Umsetzung:

- zu 1. laufend bis 2008
- zu 2. 50 % der Fahrzeugflotte bis Ende 2008, Restflotte bis 2012
- zu 3. sofort

Förderung des Einsatzes von Erdgas als Treibstoff und erdgasbetriebenen PKW und LKW

In Berlin konnte das von der Bundesregierung und der deutschen Gaswirtschaft mit 11 Mio. Euro geförderte Modell-Projekt 'TUT' - Tausend Umwelt-Taxis ins Leben gerufen werden. Die Zahl der Erdgas-Tankstellen wurde seit Anfang 2001 auf zwölf Tankstellen erhöht. Dafür hat der Berliner Gasversorger GASAG bisher rund 2,5 Millionen Euro investiert. Für 1000 Taxis sowie 100 Fahrschulfahrzeuge mit Erdgasantrieb wird die Anschaffung pro Fahrzeug mit 2500 Euro subventioniert, ergänzt durch einen Gutschein für das ohnehin im Vergleich zu Diesel günstigere Erdgas im Wert von bis zu 1000 Euro.

Auch Privatpersonen können bei Neuanmeldung eines Erdgasfahrzeugs einen Tankgutschein erhalten, der zurzeit einen Wert von 333 Euro besitzt.

Seit Anfang 2001 besteht ein Netz von zwölf Erdgastankstellen in Berlin. Auch im Brandenburger Umland hat sich das Erdgastankstellennetz verdichtet. Zusammen mit der bis 2020 gesicherten Steuerermäßigung von Erdgas ist eine Basis geschaffen, auch Betreiber größerer, regional operierender Dieselfahrzeugflotten vom Umstieg auf Erdgasfahrzeuge zu überzeugen.

Neben dem laufenden TUT-Programm, in dem Taxiunternehmen und Fahrschulen beim Umstieg auf Erdgasfahrzeuge finanziell unterstützt werden, fördert der Senat im Rahmen des EU-Projektes TELLUS den Einsatz von 100 Erdgas-LKW in der gewerblichen Wirtschaft. Dadurch soll die Wirtschaftlichkeit und Alltagstauglichkeit von Erdgas-LKW demonstriert werden, damit mehr Unternehmen ihre Flotten mit solchen Fahrzeugen ausrüsten.

Alle neuen, geförderten Erdgasfahrzeuge in Berlin erfüllen die besonders strenge Abgasnorm Euro IV. Einen zusätzlichen Anreiz zum Kauf der umweltfreundlichen Fahrzeuge bieten die zinsvergünstigten Darlehen der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), die im Auftrag der Bundesregierung tätig wird.

Maßnahmen:

1. Fortführung des TUT-Programms zum Ersatz von Taxen u. Fahrschulfahrzeugen durch Erdgasfahrzeuge
2. Fortführung der Förderung von Erdgas- Nutzfahrzeugen im Rahmen von TELLUS

Wirkung:

- gering im Vergleich zur Gesamtemission des Straßenverkehrs; merklicher Effekt in hochbelasteten Straßen mit viel Taxiverkehr; Vorbildcharakter für andere Sektoren

Zeithorizont für die Umsetzung:

- zu 1. laufend
- zu 2. laufend bis 2006

Emissionsseitige Verbesserung der privaten Lkw-Flotte (Verhandlung des Senats mit Interessenverbänden)

Die Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung ist mit der IHK, dem Fuhrgewerbe, der GASAG, Fahrzeugherstellern und den Produzenten von Dieselußfiltern in Gespräche eingetreten, um gemeinsam Lösungen für eine beschleunigte Nachrüstung und Umstellung der Berliner LKW – Flotte auf partikelarme Diesel-LKW oder Erdgasfahrzeuge zu erarbeiten.

Die Berliner Zulassungsstatistik für Lkw zeigt ein erhebliches Modernisierungspotential (s. Abb. III.2.2). Gut ein Drittel der leichten Nutzfahrzeuge unter 3,5 t sind mehr als 15 Jahre alt und in keiner Weise schadstoffgemindert. Weitere 30 % erfüllen nur die seit Anfang der 90-er Jahre eingeführte Euro I-Norm. Der hohe Anteil alter Fahrzeuge unter den leichten Lkw wurde durch eine Umfrage der Fuhrgewerbeinnung bestätigt.

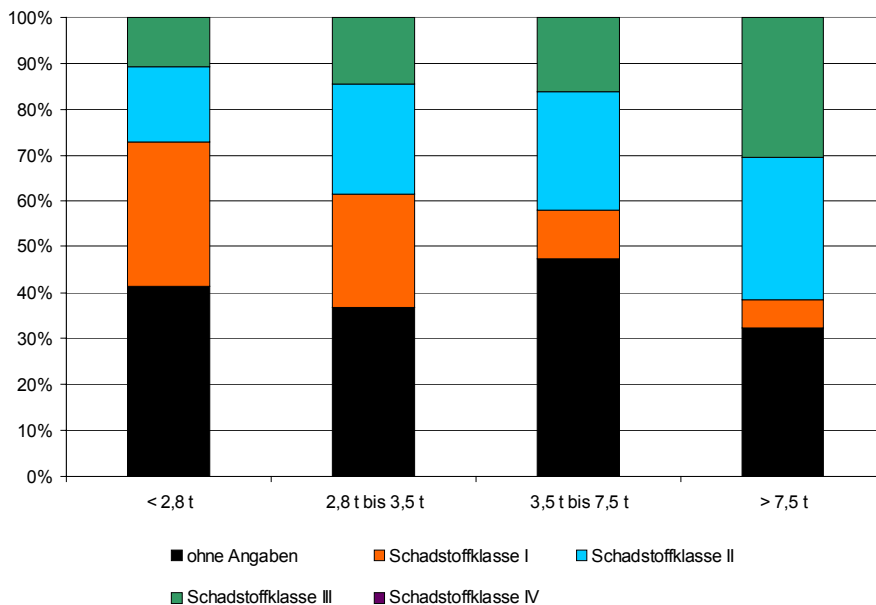


Abb. III.2.2 Schadstoffklassen für Lkw (Diesel) nach zulässigem Gesamtgewicht (2003)

Aus der Umfrage, die auch von der IHK und der Handwerkskammer durchgeführt wurde, und an der sich etwa 170 Unternehmen beteiligt haben, ergab sich außerdem, dass

- bei schweren Lkw über 12 t der Anteil der schadstoffgeminderten Fahrzeuge höher ist als bei leichten Lkw und
- die Flotten großer Fuhrunternehmen abgasärmer sind als Fahrzeuge kleinerer Betriebe.

Nach Aussage der Hersteller von Dieselrußfiltern stehen ab Ende 2005 Nachrüstätze für alle gängigen leichten LKW-Typen unter 7,5 t zur Verfügung. Die Kosten für die Nachrüstung liegen zwischen 2.500 und 4.500 Euro je nach Komplexität und Wirkungsgrad des Filtersystems, wobei infolge der künftigen Massenfertigung mit einer Kostenreduktion von bis zu 20 % gerechnet werden kann.

Für mittlere und schwere Lkw werden Nachrüstungssätze im Jahr 2006 Marktreife erreicht haben. Sie werden voraussichtlich zwischen 4.000 bis 7.000 Euro, je nach Fahrzeug und Filtersystem kosten.

Bemerkenswert ist, dass die mögliche Anschaffung von Erdgasfahrzeugen von einer Mehrheit der befragten Handwerksbetriebe befürwortet wird. Kritischer äußerten sich die Unternehmen zur Nachrüstung mit Rußfilter, wofür eine steuerliche Förderung von der überwiegenden Mehrzahl der befragten Transportunternehmen als notwendig erachtet wird.

Höhere Anschaffungskosten für abgasarme Fahrzeugtechnologie waren nur für die Hälfte der Befragten bei Investitionen in ihren Fuhrpark entscheidungsrelevant. Eine mögliche Einschränkung des Aktionsradiuses und des Einsatzspektrums von Erdgasfahrzeugen stand ebenfalls mehrheitlich nicht im Vordergrund. Entscheidend scheint zu sein, dass die Fahrzeuge keine Einschränkungen im Einsatzgebiet haben, d.h. Nachrüstung ist eine Lösung.

Maßnahme:

Fortführung der Kommunikation mit den Verbänden und der Industrie zur beschleunigten Einführung von abgasarmen Nutzfahrzeugen

III.2.1.2.2 Dämpfung des Straßenverkehrs im Rahmen des Stadtentwicklungsplans Verkehr

Mit dem Stadtentwicklungsplan Verkehr hat der Berliner Senat (mit Beschluss vom 8. Juli 2003) ein Handlungskonzept vorgelegt, das die möglichen und notwendigen Schritte zur weiteren Entwicklung der Berliner Verkehrssysteme für die nächsten Jahre mit einer langfristigen strategischen Orientierung verbindet. Kern des Handlungskonzeptes bildet ein Katalog von Maßnahmen, die zuvor in ihrer Wirksamkeit, Akzeptanz und Finanzierbarkeit umfassend untersucht und abgestimmt wurden. Die Untersuchungen zum Luftreinhalteplan Berlin stützen sich, soweit dies die zukünftige Entwicklung des Verkehrs in Berlin und dem Umland betrifft, auf dieses langfristige Handlungskonzept.

Eine der zentralen Teilstrategien des Stadtentwicklungsplans Verkehr „Gesundheit und Sicherheit“ berücksichtigt bereits eine Reihe von wichtigen Maßnahmen zur Begrenzung des Kfz-Verkehrszuwachses und der damit verbundenen Wirkungen bezüglich der Senkung der Luftschadstoff- und Lärmbelastung im Hauptverkehrsstraßennetz.

Die Umsetzung der Maßnahmen des Stadtentwicklungsplans Verkehr ist bis 2015 vorgesehen.

Zur Untersuchung der sich aus der Realisierung der StEP-Maßnahmen ergebenden Minderungspotenziale wurden zwei Szenarien entwickelt und bewertet:

- Trend + StEP Verkehr 2005
- Trend + StEP Verkehr 2010.

In den Szenarien werden die absehbaren Trends der Luftreinhalteplanung mit den verkehrlichen Maßnahmen des StEP Verkehr für die beiden Zeithorizonte 2005 bzw. 2010 kombiniert.

a) Trend + StEP Verkehr 2005:

Die Erarbeitung des Basisszenarios 2005 erfolgte in zwei Arbeitsschritten. In einem ersten Schritt wurden zunächst die Veränderungen im Verkehrsaufkommen des Personen- und Wirtschaftsverkehrs aufgrund der sich bis 2005 verändernden Strukturdaten abgeschätzt und neu berechnet. Die bereits eingetretenen Veränderungen in der Zahl der Einwohner und der Altersstruktur, der Zahl der Beschäftigten und der Schülerzahlen wurden entsprechend eingearbeitet. Im zweiten Arbeitsschritt wurde die bis zum Jahr 2005 umsetzbaren Maßnahmen aus dem Stadtentwicklungsplan Verkehr identifiziert. Mit diesen veränderten Eingangsdaten wurde dann die Verkehrsnachfrage für

den motorisierten Individualverkehr und den Wirtschaftsverkehr für das Stadtgebiet Berlin und das Umland neu berechnet.

Im Ergebnis (vgl. Abb. III.2.3) zeigen sich im Vergleich zum Jahr 2002 Veränderungen insbesondere im Bereich der Erweiterung des Straßennetzes mit der Eröffnung der A 113 neu bis Späthstraße. Der neue Autobahnabschnitt führt zu einer Entlastung der Straßenzüge Gradestraße/Blaschkoallee und der Silbersteinstraße/Lahnstraße. Eine deutliche Zunahme der Belastung ist am Ende des neuen Autobahnabschnittes im Bereich der Späthstraße zu verzeichnen. Hier verteilen sich die Verkehrsströme in Richtung B 179 und B 96a. Diese Situation ist zeitlich begrenzt und verändert sich mit der Weiterführung der A 113 neu innerhalb des Zeitraumes bis 2010.

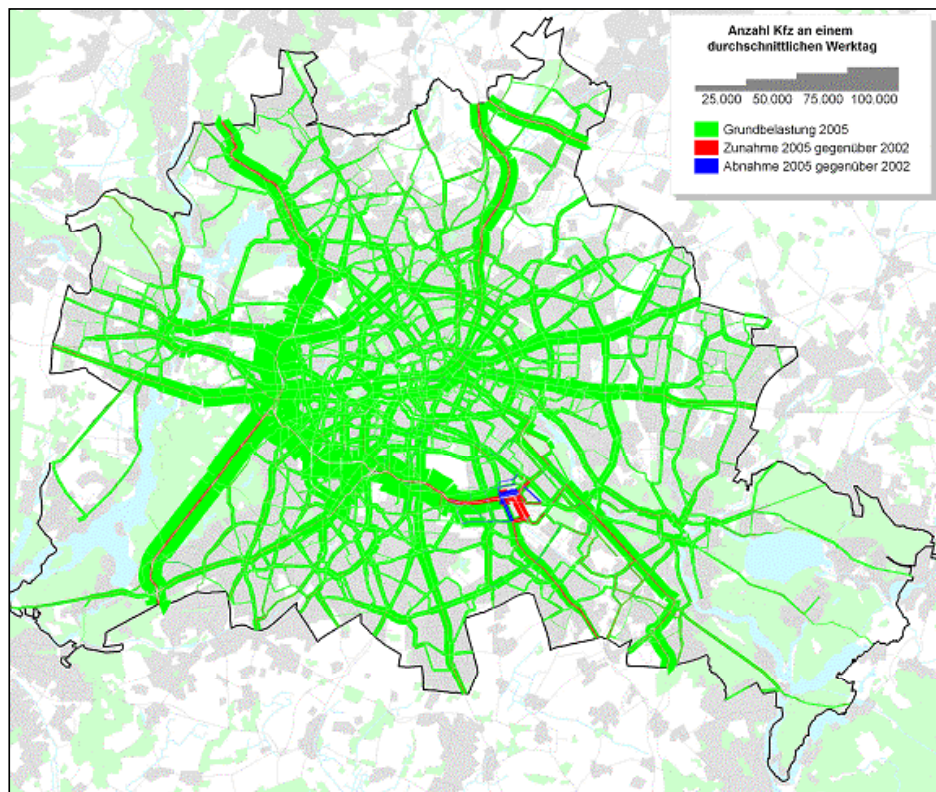


Abb. III.2.3 Änderungen der Belastung im Hauptverkehrsstraßennetz für 2005 gegenüber 2002

b) Szenario Trend + StEP Verkehr 2010

Für 2010 wird für den Trendfall die Realisierung folgender wichtiger Infrastrukturmaßnahmen vorausgesetzt:

- Infrastrukturmaßnahmen
 - Ausbau der Infrastruktur Straße
 - Fertigstellung Nord-Süd-Tunnel Tiergarten
 - Umbau Invalidenstraße
 - Fertigstellung Kapelleufer
 - Umgestaltung Spittelmarkt/Molkenmarkt
 - Fertigstellung A 113 und Umgestaltung B 96a
 - A 10 von A 11 bis A 114 (6-spuriger Ausbau)
 - TVO von Oberspreestraße bis Glienicker Weg
 - Verlängerung Egon-Erwin-Kisch-Straße bis B 2
 - Ausbau Blockdammweg
 - Ausbau B 101
 - Ausbau B 96
 - Verbindungsstraße B 2 bis Alt-Karow
 - Ausbau der Infrastruktur des ÖPNV

- Förderung der Kombination von Pkw- bzw. Fahrrad- und ÖPNV-Nutzung
 - Verbesserung der vorhandenen Verknüpfungen zwischen R-, S-, U-, Straßenbahn und Bus
 - S-Bahnverlängerung Lichterfelde – Teltow Stadt
 - Führung des Regionalverkehrs über den Nord-Süd-Tunnel
 - Verschiebung S-Bahnhof Charlottenburg
 - S 21 Nord
 - Bau S-Bahnhof Kolonnenstraße und S-Bahnhof Buch-Süd
 - U 5 Pendelstrecke
 - Straßenbahn Alex II
 - Eberswalder Straße – Nordbahnhof – Invalidenstraße – Hauptbahnhof - Lehrter Bahnhof
 - Umsetzung Pilzkonzept mit Hauptbahnhof-Lehrter Bahnhof und dem Bahnhof Papestraße
- Erarbeitung und Umsetzung eines Berliner Radverkehrsplanes
 - Bau des Flughafens Berlin Brandenburg International (BBI)

Über den Trendfall hinaus werden Maßnahmen zum Parkraummanagement, Maßnahmen zur Umorganisation des Innerstädtischen Straßennetzes und zur Anpassung des Geschwindigkeitsniveaus (vgl. Maßnahmenkatalog bis 2015) zusätzlich vorausgesetzt:

- Preispolitische und ordnungsrechtliche Maßnahmen
 - Weiterführung des Parkraummanagements
 - Umsetzung eines Maßnahmenprogramms zur stadtverträglichen Gestaltung des Lkw-Verkehrs
 - Anpassung des Geschwindigkeitsniveaus im Straßenverkehr zur Verbesserung von Sicherheit, Lärmschutz und Luftqualität
 - Förderung des Radverkehrs durch weitgehende Nutzung des ordnungsrechtlich möglichen Rahmens
- Organisatorische Maßnahmen
 - Verbesserung der Anschlusssicherung im ÖPNV/SPNV
 - Einführung bzw. Ausweitung zusätzlicher flexibler ÖPNV-Angebote
 - Umsetzung eines attraktiven Nachtverkehrsangebotes im ÖPNV
 - Weiterentwicklung des intermodalen Verkehrsinformationssystems zu einem zielorientierten Verkehrsmanagement
 - Ausweitung innovativer Tarifangebote und offensive Vermarktung
 - Schrittweise Umorganisation des übergeordneten Straßennetzes in der Innenstadt zur Entlastung vom Durchgangsverkehr
 - Organisatorische Maßnahmen zur Verbesserung der Effizienz des Güter- und Lieferverkehrs
 - Umsetzung von Beschleunigungsmaßnahmen für den ÖPNV
- Maßnahmen zur Verbesserung der Information und Motivation
 - Förderung des betrieblichen Mobilitätsmanagements
 - Bessere Fahrgastinformation im ÖPNV/SPNV durch Ausweitung der dynamischen Fahrgastinformation

Die weitgehende Umsetzung der zuvor genannten Maßnahmen ist Voraussetzung, dass die in den Szenarien berechneten Minderungen der Luftschadstoffbelastungen erreicht werden können.

Im Folgenden wird die Wirkung wichtiger verkehrsplanerischer Maßnahmen mit Bezug zur Luftschadstoffminderung näher beschrieben, deren Realisierung im Szenario Trend + StEP Verkehr bis 2010 vorausgesetzt wurden:

Neben den wichtigen Rahmenbedingungen der

- **Attraktivitätssteigerung der Fahrradnutzung durch kontinuierlichen Ausbau der Fahrradinfrastruktur**

und des

- **weiteren Infrastrukturausbaus und der Bus-/Straßenbahnbeschleunigung zur Steigerung der Attraktivität im ÖPNV**

wirken vor allem die Umsetzung der Parkraumbewirtschaftung und die Verminderung des Durchgangsverkehrs in der Berliner Innenstadt durch tangentielle Ableitung verkehrsreduzierend.

- **Verminderung des Zielverkehrs in der Berliner Innenstadt durch Erweiterung der Gebiete mit Parkraumbewirtschaftung.**

Durch schrittweise Ausdehnung der Parkraumbewirtschaftung auf alle innerstädtischen Zielgebiete des Pkw-Verkehrs mit starker Parkraumnachfrage sowie die unmittelbar angrenzenden Wohngebiete und die Erweiterung zu einem Management des innerstädtischen Parkraumes können die innerstädtischen Wohngebiete vom Parksuchverkehr benachbarter Zentren entlastet und zugleich der Zugang für den Wirtschafts- und Einkaufsverkehr zu den zentralen Zielbereichen verbessert werden. Der Pkw-Zielverkehr von Dauerparkern wird gleichzeitig gedämpft.

Flankierend soll sichergestellt werden, dass die Zahl der Parkstände in den gut durch ÖPNV erschlossenen Zielgebieten durch private Bautätigkeit nicht ausgeweitet wird. Dazu soll eine Regelung zur Begrenzung privaten Stellplatzbaus in Lagen guter ÖPNV-Erschließung eingeführt werden.

Ergänzend soll das Parken im öffentlichen Straßenraum für Car-Sharing privilegiert werden. Informationen über die Belegung der innerstädtischen Parkplätze werden bereitgestellt.

Die Maßnahmen zur Förderung des Umweltverbundes, also der Nutzung von Rad und ÖPNV, werden durch innerstädtisches Parkraummanagement unterstützt.

Schon diese Kernmaßnahmen des StEP Verkehr wirken im Innenstadtbereich verkehrsreduzierend (s. StEP Verkehr, IV 2.1).

- **Verminderung des Durchgangsverkehrs in der Berliner Innenstadt durch tangentielle Ableitung.**

Durch räumliche Verlagerung eines Teils des Kfz-Verkehrs werden die historische Mitte und die West-City vom bisherigen Durchgangsverkehr teilentlastet. Für die historische Mitte („kleiner Hundekopf“) ist nach der Fertigstellung des Tiergartentunnels und der Lückenschließung im Zuge der Bernauer und Invalidenstraße ein geschlossener „Ring“ (mit Abschnitten unterschiedlicher Leistungsfähigkeit) verfügbar, auf den ein begrenzter Teil des bisherigen Durchgangsverkehrs verlagert werden kann. Eine weitgehende oder gar völlige räumliche Verlagerung des umfangreichen Durchgangsverkehrs auf diesen Ring ist jedoch wegen der dortigen Kapazitätsgrenzen weder möglich noch sinnvoll, da sonst nur Wege verlängert und Belastungen in sensible und dicht bewohnte Stadträume verlagert würden. Zur weitergehenden Entlastung der Innenstadt vom großräumigen Durchgangsverkehr muss der Kfz-Verkehr deshalb abgeleitet werden. Dies geschieht durch veränderte Ampelschaltungen und Reorganisation des Verkehrs an geeigneten Knotenpunkten, so dass zunehmend mehr Verkehr tangential um die Innenstadt herum geleitet wird, um dort eine merkliche Verminderung des Durchgangsverkehrs zu erreichen. Untersuchungen haben ergeben, dass die Verbesserung in bestimmten Straßen bis zu 30 % erreichen kann. So kann der Durchgangsverkehr im innerstädtischen Entlastungsgebiet von 21 % bis auf rund 12 % reduziert werden, im größeren Bereich der gesamten Berliner Innenstadt (S-Bahn-Ring) kann der Durchgangsverkehr von 6 % auf 4 % gesenkt werden. Im Mittel ist bei Umsetzung des Konzeptes innerhalb des „kleinen Hundekopfes“ eine Entlastung von bis zu 10 % zu erwarten.

Allerdings führen die Maßnahmen auch zu einer verstärkten Belastung angrenzender tangentialer Straßenzüge insbesondere im Bereich des östlichen mittleren Straßenrings und der A 100 bzw. auf tangentialen Verbindungen im östlichen Stadtraum. Insgesamt ist festzustellen, dass sich ein hoher Anteil des innerstädtischen Durchgangsverkehrs weiträumig umorientiert und auf mehrere Straßenringe verteilt. Die zusätzliche Verkehrsbelastung auf den betroffenen Straßenzügen ist deshalb begrenzt und muss unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf die Luftqualität beobachtet werden.

▪ **Verkehrsentlastungen durch Verlagerung auf neue Straßenzüge**

In der Verkehrsbelegung des Hauptverkehrsstraßennetzes ergeben sich große Veränderungen des Verkehrsbildes vor allem durch die Wirkungen des durchgängigen inneren Straßenrings mit dem Tiergartentunnel und durch die Umbau- und Baumaßnahmen im Bereich Alex sowie im Straßenzug Grunerstraße – Spittelmarkt/Lindenstraße und Leipziger Straße.

Die neuen Netzelemente ermöglichen eine erhebliche Bündelung des Kfz-Verkehrs. Damit verbunden ist eine Entlastung bisher stark belasteter Straßen. Diese Bündelungswirkung wird sich auch bei einer Verlängerung der A 113 neu (Fertigstellung 2007/8) bis zur Landesgrenze zu Brandenburg einstellen, und das umliegende Straßennetz wird auch hier deutlich entlastet.

Auf einzelnen Zulauf- und auf tangentialen Ausweichstrecken sind aber auch zusätzliche Belastungen zu erwarten. Ein wesentlicher Unterschied zu den Wirkungsanalysen des Stadtentwicklungsplanes Verkehr mit Zeithorizont 2015 ergibt sich aus der in diesem Szenario nicht enthaltenen Verlängerung der Stadtautobahn A 100 bis Treptower Park (mittlerer Ring), deren Bau bis 2010 nicht realisierbar ist. Dies hat zur Folge, dass insbesondere Straßen im Bereich Treptow und Schöneweide als tangentiale Ausweichstrecken genutzt werden. Diese Wirkung entfällt mit dem Weiterbau der A 100 bis Treptower Park.

▪ **Temporeduzierung zur Minderung der verkehrsbedingten Schadstoffemissionen und zur Erhöhung der Verkehrssicherheit.**

Der Senat hat mit dem Stadtentwicklungsplan Verkehr beschlossen, dass weitere Temporeduzierungen auf ausgewählten Abschnitten des Hauptnetzes, an denen es besondere Verkehrssicherheits-, Lärm- und Luftschadstoffbelastungen gibt, schrittweise umgesetzt werden.

Der Senat schätzt, dass sich nach Umsetzung dieser Maßnahme der geschwindigkeitsreduzierte Straßenanteil von derzeit 72 % auf 76 % erhöhen wird.

Der vom Senat im Herbst 2002 im Rahmen des EU-Projektes HEAVEN in der Moabiter Beuselstraße durchgeführte Praxisversuch ergab als Folge einer Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km/h einen messbaren Rückgang der Luftbelastung um bis zu 3 %.

Eine Studie in den USA sowie jüngste Untersuchungen aus Bayern deuten aber darauf hin, dass Auspuffemissionen und die durch Aufwirbelung, Reifen- und Fahrbahnrabrieb erzeugten PM10-Partikel mit sinkender Geschwindigkeit stärker abnehmen. Insofern kann durch eine Temporeduzierung, bei gleichzeitiger Verstetigung des Verkehrsflusses, eine – wenn auch moderate – Verbesserung der Luftqualität erwartet werden.

Die hier skizzierte Verkehrsplanung des StEP Verkehr wird einen Beitrag zur prognostizierten Luftschadstoffentlastung leisten. Sie ist wichtiger Teil einer Gesamtstrategie zur Luftschadstoffminderung, kann aber die strategischen Elemente der Schadstoffminderung an der Quelle der Kraftfahrzeuge (Motoren, Treibstoffe etc.) und straßenverkehrsbehördliche Anordnungen (zur akuten Gefahrenabwehr) nur ergänzen.

Immissionsseitige Wirkung des StEP Verkehr

Bis 2005 hat sich, bis auf die entlasteten Straßenzüge im Bereich der Stadtautobahnfortführung, für die Luftqualität im Belastungsgebiet keine Minderung ergeben. Durch die beschriebenen ergänzenden Maßnahmen des StEP Verkehr bis 2010 kann im Mittel für den Innenstadtbereich eine Reduzierung des Verkehrs bis zu 10 % erreicht werden, wodurch die Belastung durch Feinstaub (PM 10) und Stickoxide um ca. 13 % abnehmen würde. Dies hat Minderungen von 5 - 10 µg zur Folge (Abb. III.2.4). Bei den Partikeln ist die Minderung vor allem auf die Vermeidung der Abrieb- und Aufwirbelungsemissionen zurückzuführen.

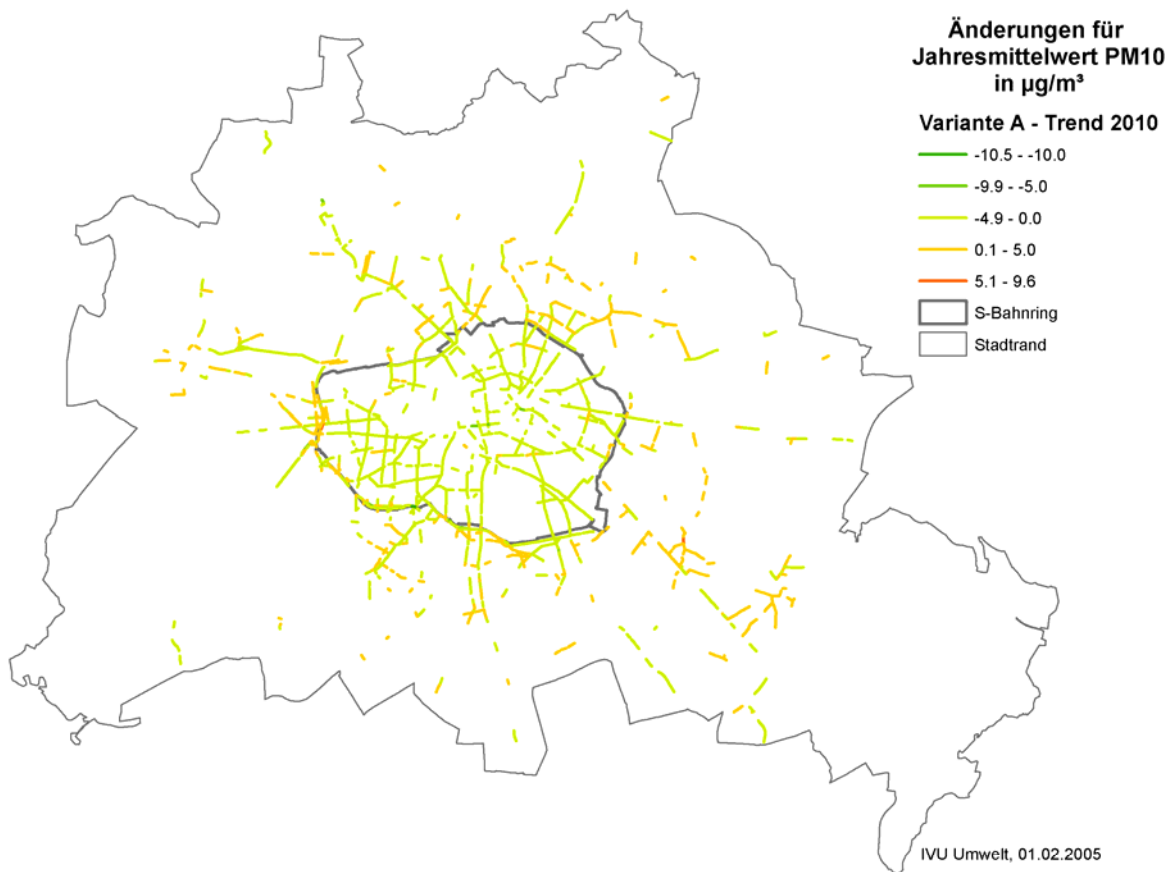


Abb. III.2.4 Immissionsseitige Wirkung des Stadtentwicklungsplans Verkehr in Bezug auf das Trendszenario 2010

Maßnahmen:

1. Tangentiale Ableitung des Durchgangsverkehrs in der Innenstadt
2. Ausweitung der Parkraumbewirtschaftung
3. weiterer Ausbau der ÖPNV-Infrastruktur und Steigerung der ÖPNV-Attraktivität
4. Fortführung der Maßnahmen zur ÖPNV-Beschleunigung
5. weiterer Ausbau der Fahrrad-Infrastruktur und Steigerung der Attraktivität (s. Radverkehrskonzept)
6. Temporeduzierung zur Minderung der verkehrsbedingten Schadstoffemissionen

Wirkung:

zu 1. bis 5.: hoch im Hundekopf, wegen der erzielten Verkehrsminderung, die auch die Partikelemissionen durch Abrieb und Aufwirbelung reduziert.

zu 6. gering

Zeithorizont für die Umsetzung:

zu 1. bis 2010

zu 2. kurz-, mittel-, und langfristig, Umsetzung in bezirklicher Zuständigkeit

zu 3. bis 5. laufend

III.2.1.2.3 Einführung einer Umweltzone mit Verkehrsbeschränkungen nach § 40 (1) BImSchG und Ausnahmen für emissionsarme Dieselfahrzeuge

Das nach § 40 Abs. 1 BImSchG vorgesehene Prinzip, in einem Gebiet mit Grenzwertüberschreitungen Verkehrsbeschränkungen für nicht schadstoffarme Fahrzeuge festzulegen, ist nicht neu. Es wurde Anfang der 90-er Jahre unter dem Motto „Ohne Kat nicht in die Stadt“ vor dem Hintergrund flächendeckend hoher Benzol-, NO₂- und Rußwerte entwickelt und war bei der Einführung des Katalysators bei Pkw und Otto-Motoren erfolgreich. Es konnte aber wegen mangelnder Rechtsgrundlage für leichte Nutzfahrzeuge und Lkw nicht fortgesetzt werden.

Heute, bei weitgehender Ausnutzung der abgastechnischen Möglichkeiten bei Otto-Motoren, konzentriert sich das Augenmerk auf den steigenden Anteil der Dieselfahrzeuge. Für diese Fahrzeuge gibt die inzwischen mit dem Dieselußfilter und De-NO_x-Katalysatoren wirksame technische Möglichkeiten zur Minderung der gesundheitlich relevanten Schadstoffemissionen aus dem Verkehr (Auspuffemissionen).

Anders als bei den im Rahmen der Erstellung eines Luftreinhalteplans für die Region Stuttgart vorgeschlagenen, temporären, kurzfristigen und emissionsunabhängigen Fahrverbotes geht das in den 90er Jahren als „Benutzervorteile“ bezeichnete Konzept von einer dauerhaften Regelung aus, die es den Kfz-Benutzern erlaubt, ihr Fahrzeug innerhalb einer vorgegebenen, mehrjährigen Frist mit verfügbaren Nachrüstungssätzen den geforderten Umweltstandards anzupassen oder durch ein Fahrzeug, das diese Standards erfüllt, zu ersetzen.

Auch in anderen europäischen Städten wird diese Idee einer „Umweltzone“ oder „Low Emission Zone“ entweder schon seit Jahren praktiziert oder geplant. So ist beispielsweise seit einigen Jahren die Innenstadt Roms für Fahrzeuge, die nicht mindestens Euro I einhalten, gesperrt. In skandinavischen Großstädten existiert seit Jahren eine Beschränkung für Busse und Lkw, die älter als 8 Jahre sind. London beabsichtigt ab 2007 stadtweit für Lkw über 12 t und Busse mindestens die Abgasnorm Euro II plus Rußfilter zu verlangen. Eine flächendeckende Überwachung ist in London mit dem Kamerasystem vorgesehen, das für die Kontrolle der dort seit Beginn 2003 praktizierten City-Maut eingesetzt wird. Eine Abschätzung der zu erwartenden Auswirkungen auf die Luftqualität ergab, dass zwischen 9 % und 23 % der durch den Straßenverkehr in der Londoner City verursachten Luftbelastung vermieden werden können.

Verschiedene Optionen für Umweltzonen

Auch im Rahmen der Untersuchungen für den Berliner Luftreinhalteplan wurden verschiedene Optionen für eine Umweltzone hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Emissionen und die Luftbelastung untersucht.

Es wurden Kombinationen aus folgenden Kriterien betrachtet:

- Zeitpunkt zum Einsetzen der Verkehrsbeschränkungen (2008/2010),
- Abgasnormen und zusätzliche Ausrüstung mit Dieselpartikelfilter als Mindestkriterium,
- betroffene Fahrzeuggruppen (Lkw, Pkw, Busse, Taxen),
- Räumliche Ausdehnung (nur im großen Hundekopf oder im ganzen Stadtgebiet),
- Unterstellung der (teilweisen) Umsetzung des Stadtentwicklungsplans Verkehr bis 2010 (s. voriger Abschnitt).

Dem Gebiet innerhalb des großen Hundekopfes kommt besondere Bedeutung zu. Die Abb. III.2.5 zeigt für das Trendszenario 2005, dass die Mehrzahl der Anwohner von Straßenabschnitten mit Überschreitungen des 24 h-Grenzwertes für PM10 im großen Hundekopf wohnt. Maßnahmen zur Minderung der Verkehrsemissionen haben deshalb in diesem Gebiet die größte entlastende Wirkung.

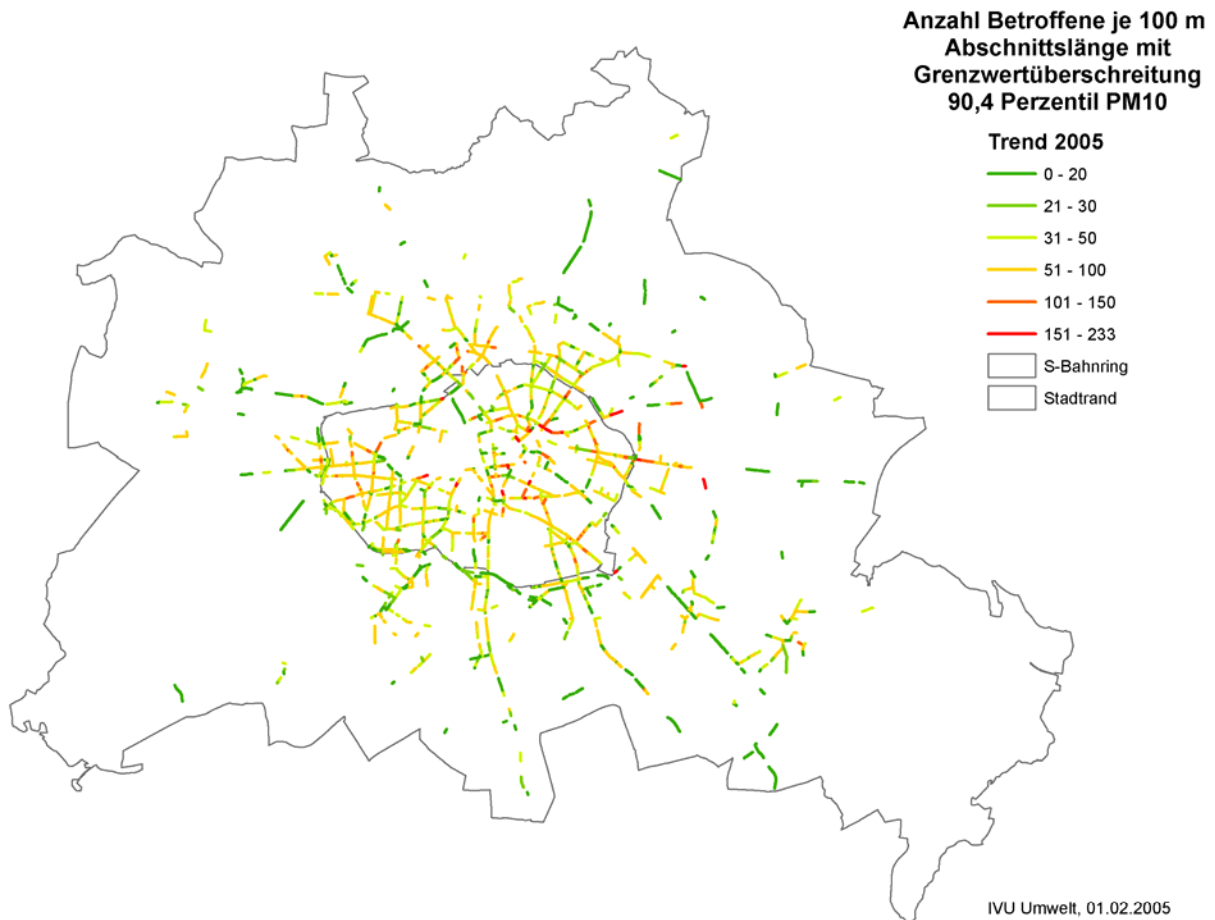


Abb. III.2.5 Anzahl der Anwohner pro 100 m Straßenlänge mit Überschreitungen des 24h-Grenzwertes für Feinstaub(PM10) im Trendszenario 2005

Abschätzung der Wirkungen im Bereich der Umweltzone auf die Emissionen aus dem Straßenverkehr

Um den Untersuchungsaufwand in Grenzen zu halten, wurden zunächst die emissionsseitigen Wirkungen abgeschätzt. Die dabei ermittelten Minderungen entsprechen näherungsweise dem zu erwartenden Rückgang der in einer verkehrsreichen Straße erzeugten Belastung durch den lokalen Verkehr.

Räumlich wird für diesen Szenariovergleich die Betrachtung auf die Innenstadt (kleiner Hundekopf) beschränkt, da die Betroffenenzahl der Anwohner hier am größten ist (siehe Abb. III.2.5). Als Basis dient die Trendentwicklung bis 2010 (d.h. natürliche Umwälzung der Fahrzeugflotte im Austausch von Neu- gegen Altfahrzeuge).

Folgende Aspekte standen bei den Modellrechnungen im Vordergrund:

Vergleich 1: Wirkung der Abgastechnik auf die Emissionen (Abb. III.2.6)

Die Abb. III.2.6 zeigt in der linken Säulengruppe I die resultierende Abnahme der Fahrzeugemissionen, falls von 2010 an nur noch Dieselfahrzeuge (LKW + PKW) fahren dürfen, die mindestens die Euro III Abgasnorm erfüllen und mit einem Rußfilter ausgestattet sind.

Die mittlere Säulengruppe III illustriert den Fall maximal denkbarer fahrzeugtechnischer Anforderungen, d.h. alle Fahrzeuge erfüllen Euro IV (was die Ausrüstung mit Rußfiltern bei Lkw impliziert) und Linienbusse erfüllen die strengere Euro V Norm. In beiden Fällen wurde keine Umsetzung der im StEP Verkehr geplanten Maßnahmen zur Minderung der Fahrleistung unterstellt, um den reinen Effekt der Abgastechnik zu dokumentieren.

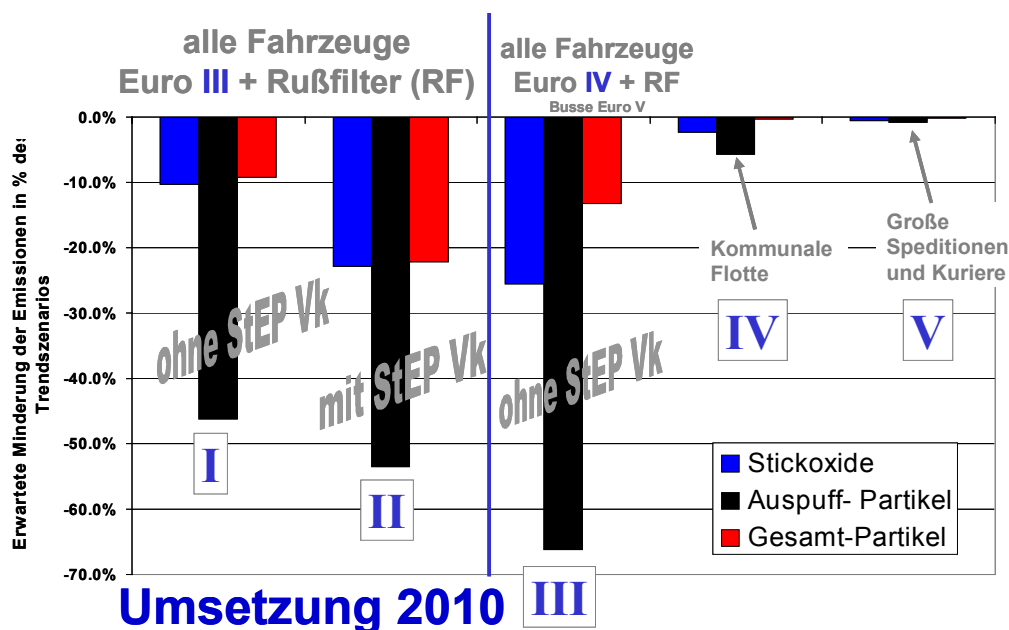


Abb. III.2.6 Erwartete prozentuale Minderung der Emissionen des Kfz-Verkehrs in Relation zum Trendfall 2010 bei Umsetzung verschiedener Umweltzonenvarianten in der Innenstadt (Gebiet des großen Hundekopfes, Säulen I-III) und bei der kompletten Ausrüstung der Diesel-Fahrzeuge der kommunalen Flotte (IV) und von großen Speditionen und Kurierdiensten (V)

Die blauen Säulen geben die prozentuale Minderung der NO_x -Emissionen wieder. Bei NO_x können nennenswerte Einsparungen ab der EURO Stufe III um ca. 10 % erzielt werden. Dies lässt sich bei EURO IV als Vorgabe nochmals um 15 % steigern, weil die Abgasvorschriften bei der Stufung verschärft wurden.

Die Säule in Schwarz reflektiert die Abnahme der Rußpartikel aus dem Auspuff der Fahrzeuge. Mit den roten Säulen ist die Abnahme der Emissionen aller PM_{10} -Partikel aus dem Verkehr dargestellt. Sie setzt sich zusammen aus dem Rückgang der Rußpartikel, aus dem Auspuff und der Veränderung der Fahrzeugemissionen aufgrund des Abriebs der Reifen, Bremsen und der Fahrbahn sowie der Aufwirbelung von Straßenstaub. Dieser (größere) Anteil der Emissionen ist durch die Abgastechnik nicht beeinflussbar. Er ist im Wesentlichen nur von der Verkehrsmenge abhängig. Deshalb ist der Minderungseffekt bei den PM_{10} -Gesamtemissionen (rote Säulen) hier deutlich geringer als die Abnahme der Rußemissionen (schwarze Säulen).

Es wird deutlich, dass die Einführung einer Umweltzone mit Rußfilter nachgerüsteten Euro III – Fahrzeugen in 2010 eine deutliche Minderung der Rußemissionen um fast die Hälfte zur Folge hätte. Diese Abnahme ließe sich durch das Maximalszenario (Säule III) auf fast 70 % steigern. Die PM10-Gesamtemissionen gehen mit 10-12 % deutlich weniger zurück, weil ohne die verkehrsdämpfenden Effekte des StEP Verkehr die Aufwirbelung und der Abrieb der Partikel nicht beeinflusst werden.

Vergleich 2: Verkehrsdämpfende Wirkung des StEP Verkehrs (Abb. III.2.6)

Welchen Einfluss die Reduzierung des Verkehrs durch den StEP Verkehr und damit durch die Reduzierung von Aufwirbelung und Abrieb bei den Gesamtpartikeln hat, zeigt der Vergleich zwischen den Säulengruppen I und II (ohne und mit StEP Verkehr). Der Minderungseffekt liegt bei ca. 13 % bei den Gesamtpartikeln, aber auch bei den Stickoxiden. Kombiniert man die Benutzervorteile (EURO III + Rußfilter) mit den Maßnahmen des StEP Verkehr, so bekommt man eine Minderung der Gesamtpartikel und der Stickoxide von jeweils 22 %.

Vergleich 3: Wirkung der LKW von großen Speditionen und der kommunalen Fahrzeug-Flotte (Abb. III.2.6)

Um die Maßnahmen der Verbesserung der Flotte der kommunalen Fahrzeuge und von großen Speditions- und Kurierdiensten in ihrer Wirkung mit dem Effekt einer Umweltzone vergleichen zu können, wurden die dadurch zu erwartenden Emissionsminderungen in den Säulengruppen IV und V dargestellt.

Da es sich um einen Vergleich mit dem Trendszenario handelt, kommen bereits durchgeführte Maßnahmen, wie zum Beispiel die Ausrüstung der BVG-Flotte, hier nicht zum Ausdruck, weil diese bereits im Trendszenario enthalten sind. Außerdem liegen die Anteile dieser Fahrzeugflotten nur bei etwa 5 % bis 8 % der Fahrleistung aller Dieselfahrzeuge in Berlin.

Anhand des Vergleichs in Abb. III.2.6 wird klar, dass Maßnahmen allein bei kommunalen Flotten und großen Fuhrbetrieben hinsichtlich des Ziels der Einhaltung der Immissionsgrenzwerte nicht ausreichen, sondern ein weitaus größerer Teil der Fahrzeuge in Maßnahmen einbezogen werden muss. Gleichwohl kann in Straßen mit hohem Lkw- und Bus-Anteil von einer merklichen Wirkung ausgegangen werden.

Vergleich 4: Die Auswirkung der Länge der Übergangsfrist

Die Auswirkung der Länge der Übergangsfrist verdeutlicht Abb. III.2.7. Sie gibt eine an das Konzept der Londoner Umweltzone angelehnte Option wieder, die im Hundekopf für Lkw, Busse und Taxen Euro II plus Rußfilter fordert.

Die beiden Säulengruppen unterscheiden sich zusätzlich hinsichtlich der Länge der Übergangsfrist, die links bereits in 2008 endet, während sie rechts bis Anfang 2010 reicht.

Der Vergleich der beiden Säulengruppen zeigt für Ruß und PM10, dass eine frühere Einführung einer Umweltzone eine signifikant größere Entlastungswirkung entfaltet. Wartet man mit der verpflichtenden Einführung von Euro II bis 2010, hat das davon betroffene Fahrzeugsegment inzwischen wegen des natürlichen Ersatzes von Altfahrzeugen ohnehin weiter abgenommen, so dass auch der emissionsmindernde Effekt sehr gering wird.

Vergleich 5: Die Auswirkung der Einbeziehung von PKW

Die Auswirkungen der Einbeziehung von Diesel-Pkw in das Umweltzonenkonzept wird durch Abb. III.2.8 illustriert. Die linken Säulen entsprechen der o.g. London-ähnlichen Variante, die ab 2008 als Mindeststandard Euro II plus Rußfilter für Lkw, Busse und Taxen fordert. Bedingt durch den im Vergleich zu Abb. III.2.6 weniger anspruchsvollen Euro II Standard ist eine Verbesserung bei NO_x kaum zu erwarten.

Der Zwang zur Nachrüstung mit einem Rußfilter bringt allerdings bei den Rußemissionen selbst bei den bereits mehr als 10 Jahre alten Euro II Fahrzeugen beachtliche Minderungsraten von fast 30 %.

Bezieht man die Diesel-Pkw in die Regelung ein (rechte Säulen), verstärkt sich der Minderungseffekt deutlich auf über 50 % bei Ruß. Gesamtpartikel- und NO_x-Emissionen gehen ebenfalls stärker zurück. Die Absenkung der Nox-Belastung würde noch verstärkt, wenn auch für Fahrzeuge mit Ottomotor zumindest die Eurostufe II erfüllt werden müßte.

Die Minderung der Gesamtpartikelemissionen verbleibt allerdings auf insgesamt niedrigem Niveau, weil in diesem Beispiel die verkehrsdämpfenden Effekte des StEP Verkehr nicht berücksichtigt wurden.

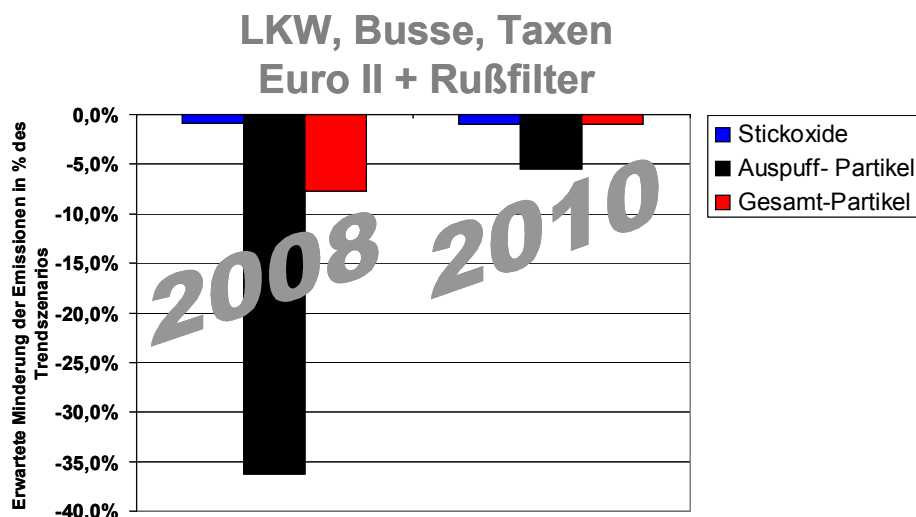


Abb. III.2.7 Erwartete prozentuale Minderung der Emissionen des Kfz-Verkehrs in der Innenstadt (großerHundekopf) in Relation zum Trendfall, wenn ab 2008 (linke Säulen) bzw. 2010 (rechte Säulen) nur noch LKW, Busse und Taxen zugelassen sind, die mindestens Euro II plus Rußfilter einhalten

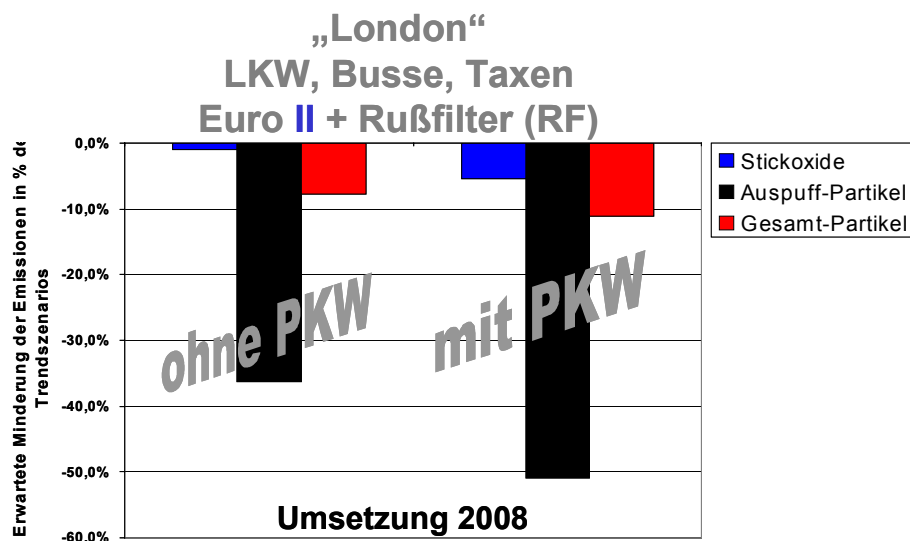


Abb. III.2.8 Erwartete prozentuale Minderung der Emissionen des Kfz-Verkehrs in der Innenstadt (Großer Hundekopf) in Relation zum Trendfall, wenn ab 2008 bzw. 2010 nur noch LKW, Busse und Taxen (linke Säulen) sowie PKW (rechte Säulen) zugelassen sind, die mindestens Euro II plus Rußfilter einhalten

Zu erwartende Entlastung für die betroffenen Anwohner

Aus Abb. III.2.9 ist zu entnehmen, dass beachtliche Entlastungswirkungen zusätzlich zum Trendfall erwartet werden können, wenn eine Umweltzone und/oder die oben beschriebenen verkehrsdämpfenden Elemente des StEP Verkehr bis 2010 umgesetzt werden. Die linke Säule illustriert die Entlastungswirkung einer in 2010 umgesetzten Umweltzone, in der für alle Dieselfahrzeuge Euro III plus Rußfilter verlangt wird. Die Zahl der Anwohner an Straßen mit Überschreitungen des 24h-Grenzwertes für PM10 im Hundekopf wird über den Trendfall hinaus um ein weiteres Viertel gesenkt. **Das entspricht mehr als 10.000 entlasteten Betroffenen.** Betrachtet man die Straßenabschnitte mit Überschreitungen des Jahresgrenzwertes für Stickstoffdioxid ergibt sich als Folge der Umweltzone eine Entlastung von etwa 2000 betroffenen Anwohnern, was im Vergleich zum Trend-szenario etwa einem Rückgang von einem Drittel entspricht.

Im Gegensatz zur Wirkung der verkehrsdämpfenden Maßnahmen des StEP Verkehr (mittlere Säule), die wegen der erheblichen Investitionen erst langfristig ab 2010 einsetzt, wirkt eine Umweltzone schon vor Ablauf der Einhaltungsfrist. Wie der o.g. Vergleich 4 gezeigt hat, ist die Wirkung der Umweltzone und damit die Zahl der entlasteten Anwohner erheblich höher, wenn ihre Einführung von 2010 auf 2009 oder 2008 vorgezogen wird.

Nach Umsetzung der StEP-Maßnahmen liegt die Gesamtentlastung dann bei mehr als 40 % oder mehr als **16.000 weniger Betroffenen** (rechte Säule).

Die positive Wirkung der Umweltzone kann auch in Form geminderter Überschreitungstage des 24 h-Grenzwertes für Feinstaub ausgedrückt werden. In vielen Straßenabschnitten kann mit einem zusätzlichen Rückgang um etwa 5 Überschreitungstage gerechnet werden. Wie bereits festgestellt wurde, gibt es vor allem in Jahren mit günstigen Wetterbedingungen zahlreiche Straßen, die nur wenig mehr Überschreitungstage aufweisen als der Grenzwert. Die Umweltzone kann in diesen Fällen die vorzeitige Einhaltung der Grenzwerte ermöglichen. Die in Abb. III.2.9 dargestellte Wirkungsabschätzung basiert auf den relativ ungünstigen Wetterbedingungen in 2002, so dass im Fall einer günstigeren Situation ähnlich wie in 2004 mit einem deutlich höheren Rückgang von Straßenabschnitten mit Grenzwertüberschreitungen und der Zahl der dort wohnenden Menschen gerechnet werden kann.

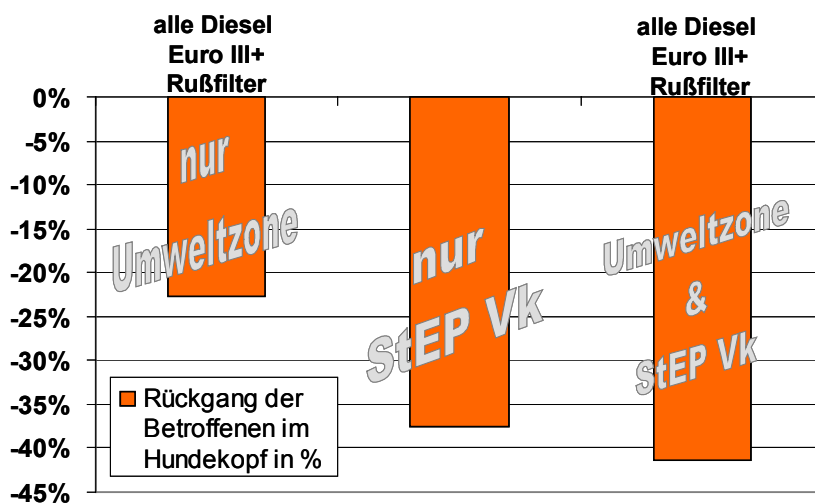


Abb. III.2.9 Prozentualer Rückgang der von Überschreitungen des 24h-Feinstaubgrenzwertes Betroffener zusätzlich zum Trendszenario 2010, bei einer Umweltzone in der Innenstadt (großer Hundekopf, Euro III plus Rußfilter für alle Dieselfahrzeuge), Umsetzung des StEP Verkehr oder beidem

Aus der Berechnung der emissionsseitigen Wirkungen verschiedener Umweltzonenkonzepte lässt sich feststellen, dass:

- Euro IV als verbindlicher Umweltstandard bei NO_x und Ruß deutliche Verbesserungen im Vergleich zu Euro III bewirkt. Auch die zusätzliche Minderung von Gesamtpartikeln um 4 % ist nicht zu vernachlässigen.

- das Vorziehen der Maßnahme Verkehrsbeschränkungen von 2010 auf 2008 eine höhere Wirkung sowohl bei Partikeln als auch bei NO_x hat, da im Jahr 2008 die im Verkehr befindlichen Fahrzeuge erheblich höhere Emissionen haben. Auch EURO II mit Rußfilter hat für das Jahr 2008 schon eine erhebliche Wirkung.
- der Einbezug von Pkw zu deutlichen, zusätzlichen Minderungen der Emissionen führt.
- ca. 10 000 von Überschreitungen betroffene Anwohner von Hauptverkehrsstraßen entlastet werden.

Aus den Untersuchungen abgeleitete Maßnahmen zur Einführung der Umweltzone

Allgemeine Fahrverbote, z.B. nach Überschreitung der 35 Tage für den 24h-Grenzwert für Feinstaub, sind nicht verursachergerecht, da der importierte Anteil der Feinstaubbelastung bis zu 70 % beträgt. Allgemeine Fahrverbote sind in ihren Auswirkungen auch nicht verhältnismäßig, da dem Mobilitätsbedürfnis der Bevölkerung oder auch der notwendigen Ver- und Entsorgung der Stadt Rechnung getragen werden muss. Die Ausrichtung der Transportlogistik für die Versorgung der Stadt mit Waren und die Entsorgung durch Lkw auf einen möglichen 36. Tag macht keinen Sinn. Fahrverbote in einzelnen Straßen ab dem 36. Tag würden nur zu einer Verlagerung des Verkehrs in benachbarte Straßen führen. Schließlich lassen sich die Überschreitungstage auch schwer vorhersagen.

Deshalb sollten, wenn es keinen anderen Weg zur Einhaltung der Feinstaubkonzentrationen in Episoden gibt, für die Berliner Innenstadt („Großer Hundekopf“) bei Einräumung einer angemessenen Frist, Verkehrsbeschränkungen für stark emittierende Diesel-Fahrzeuge ausgesprochen werden. Auch alte Fahrzeuge mit Ottomotor, die große Mengen an Stickoxiden ausstoßen sollten einbezogen werden, um die Grenzwerte für Stickstoffdioxid rechtzeitig vor der ablaufenden Übergangsfrist einhalten zu können. Anhand der zuvor beschriebenen Untersuchungsergebnisse leitet sich ein Vorgehen in zwei Stufen ab. Zu diesem als „Stufenkonzept einer Berliner Umweltzone“ bezeichneten Ansatz wurden folgende Überlegungen angestellt:

Stufe 1 ab 2008

In der Berliner Innenstadt im Gebiet der großen Hundekopfes müssen Diesel-Fahrzeuge mindestens die Schadstoffklasse Euro II erfüllen.

Von den in Berlin gemeldeten ca. 1,5 Mio. Kraftfahrzeugen haben im Jahre 2003 ca. 70.000 Diesel-Pkw und ca. 40.000 Lkw eine Schadstoffklasse von Euro I und schlechter. Durch Umwälzung des Fahrzeugbestandes bis 2008 wird die Anzahl der betroffenen Fahrzeuge auf ca. 40.000 Diesel-Pkw und 30.000 Lkw zurückgehen. Diese Fahrzeuge wären im Jahr 2008 älter als 12 Jahre, so dass eine Ersatzbeschaffung für die Betroffenen zumutbar erscheint, insbesondere dann, wenn die Bundesregierung eine steuerliche Förderung gewährt.

Stufe 2 ab 2010

In der Berliner Innenstadt im Gebiet des großen Hundekopfes müssen Diesel-Fahrzeuge mindestens die Schadstoffklasse Euro III und einen Rußfilter haben. Hiervon wären in 2003 zusätzlich 43.000 Diesel-Pkw und 15.000 Lkw betroffen. Durch Umwälzung des Bestandes sind 2010 noch 20.000 Diesel-Pkw und 10.000 Lkw betroffen. Diese Fahrzeuge wären 2010 älter als 10 Jahre. Durch die geforderte Nachrüstung mit einem Rußfilter würden Euro III Fahrzeuge hinsichtlich ihre Partikelemissionen in etwa der neuen, ab 2005/6 verbindlichen Euro IV Norm entsprechen.

Euro-Stufe	gültig ab...	Kfz in 2008 älter als...	Abgasgrenzwert für Partikel		
			Pkw in g/km	LNfz II in g/km	Lkw g/kWh
I	1992/93	11-13 Jahre	0,18	0,22	0,40
II	1996-98	8-12 Jahre	0,08	0,12	0,15
III	2000/1	3-8 Jahre	0,05	0,07	0,10
IV	2005/6	1-3 Jahre	0,025	0,04	0,02
V/EEV	2008	0 Jahre	0,005*	-	0,02

* Wahrscheinlicher Wert eines zukünftigen Vorschlags der Europäischen Kommission

Tab. III.2.1 Europäische Abgasstandards für Dieselfahrzeuge

Durch die Stufe 2 ist im Jahre 2010 mit einer Entlastungswirkung von 10.000 weniger von PM10-Grenzwertüberschreitungen Betroffenen im Gebiet des großen Hundekopfes zu rechnen. Die zusätzliche für 2008 vorgesehene Stufe 1 des Konzepts führt dazu, dass gut die Hälfte dieser Entlastungswirkung schon einige Jahre früher zum Tragen kommt, weil durch die vorzeitige Einführung mehr alte, hoch emittierende Fahrzeuge erfasst werden.

Auch in Bezug auf den Jahresgrenzwert für Stickstoffdioxid ergibt sich eine Entlastung für etwa 2000 Anwohner. Allerdings ist trotz der Umsetzung der Stufe 2 bei Dieselfahrzeugen damit zu rechnen, dass selbst bei Realisierung der Maßnahmen des StEP Verkehrs die geforderte Einhaltung dieses Grenzwertes im Jahre 2010 in etwa 4km langen Abschnitten des Hauptstraßennetzes nicht gelingt und etwa 2000 Anwohner davon betroffen wären.

Eine zusätzliche Maßnahme speziell zur Reduktion der Stickstoffdioxid-Belastung ab 2010 wäre die Ausweitung der Verkehrsbeschränkung in der Umweltzone auf alle alten, hochemittierenden Kraftfahrzeuge mit Ottomotor, die nicht mindestens die EURO II Norm erfüllen, also keinen geregelten Katalysator haben. Die ca. 100 000 motorisierten Zweiräder sollen wegen ihrer relativ geringen Stickoxidemissionen vom Fahrverbot ausgenommen werden.

Von dieser Beschränkung wären im Jahre 2010 zusätzlich etwa 1300 Otto-Pkw tangiert, die bereits mindestens 18 Jahre alt sind und keiner Eurostufe genügen („Euro 0“). Zusätzlich wären 6500 Otto-Pkw der Eurostufe I betroffen, die dann bereits über 15 Jahre alt sind. Diese Fahrzeuge haben im Vergleich zu den Euro II Fahrzeugen mit Dreiwegekatalysator folgende Stickoxid-Emissionen:

- Euro 0 emittieren 1200 mg NOx/km
- Euro 1 emittieren 400 mg NOx/km
- Euro 2 emittieren 130 mg NOx/km.

Durch den Ersatz dieser Fahrzeuge durch modernere Kfz würden trotz der relativ geringen Fahrzeugzahl etwa 15 to Stickoxide weniger ausgestoßen und damit die Stickstoffdioxidkonzentration in hochbelasteten Straßenabschnitten weiter zurückgehen.

Empfehlung für ein Stufenkonzept:

Trotz der beträchtlichen Minderungseffekte ist in 2010 damit zu rechnen, dass noch zahlreiche Straßenabschnitte mit Grenzwertüberschreitungen übrig bleiben. Aus der in Kapitel I dargelegten Rechtslage ist demnach zu prüfen, wie unter Beachtung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit zusätzliche Verbesserungen schneller erreicht werden können.

Deshalb soll eine Umweltzone eingeführt werden, in der künftig nur noch abgasminderte Dieselfahrzeuge fahren dürfen. Dies soll in Form des folgenden Stufenkonzepts erfolgen:

Stufe 1 ab 2008: In der Berliner Innenstadt im Gebiet des großen Hundekopfes müssen Dieselfahrzeuge mindestens die Schadstoffklasse Euro II erfüllen.

Stufe 2 ab 2010: In der Berliner Innenstadt im Gebiet des großen Hundekopfes müssen Dieselfahrzeuge mindestens die Schadstoffklasse Euro III und einen Rußfilter haben. Fahrzeuge mit Ottomotor müssen mindestens die Abgasnorm Euro II erfüllen.

Auch bei der momentanen Unsicherheit hinsichtlich

- der rechtzeitigen Verfügbarkeit von Nachrüstungsmöglichkeiten für alle gängigen Dieselfahrzeugtypen,
- der steuerlichen Förderung der Nachrüstung sowie der Neubeschaffung, insbesondere für Lkw,

kann zumindest bei der Stufe 2 auf die Forderung nach gleichzeitiger Nachrüstung grundsätzlich nicht verzichtet werden. Andernfalls würde die Entlastungswirkung deutlich sinken. Ein nachgerüsteter Rußfilter mindert die Emissionen bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen nach ersten Aussagen der Hersteller um weitere ca. 50% und ein nachgerüsteter Partikelfilter bei Lkw sogar um 80-90%.

In Anbetracht der jüngsten Signale seitens der Fahrzeug- und Rußfilterhersteller ist mit hinreichender Sicherheit zu erwarten, dass Nachrüstsätze für Fahrtypen der Eurostufe III bis 2010 angeboten werden. Ob dies auch für Euro II Fahrzeuge rechtzeitig vor Eintreten der Stufe 1 in 2008 geschieht, ist derzeit noch nicht abzusehen. Dies hängt u.a. auch von der baldigen Einführung der

von der Bundesregierung beabsichtigten steuerlichen Förderung und dem Zufassungsverfahren für die Rußfilter ab.

Wie die Tab. III.2.1 zeigt, beinhaltet die Forderung der Euro-Stufen schon eine erhebliche Verbesserung der Abgassituation. Sollten 2008 Rußfilter für die Dieselfahrzeugflotte verfügbar und eine finanzielle Förderung umgesetzt sein, können die Forderungen dem Fortschritt angepasst werden.

Notwendige Voraussetzungen für die praktische Umsetzung von Beschränkungen nach § 40 Abs. 1 BImSchG:

- Ein wesentliches Hindernis für konkrete Schritte zu einer Einführung von Benutzervorteilen ist jedoch das Fehlen einer bundesweiten Regelung zur Kennzeichnung der schadstoffarmen Dieselfahrzeuge und die Einführung eines Verkehrsschildes durch Änderung der Straßenverkehrsordnung.

Beides ist Aufgabe der Bundesregierung. Ohne eine Kennzeichnung der Fahrzeuge ist eine wirksame Durchsetzung wegen eingeschränkter Kontrollmöglichkeit nicht möglich.

Wie die Erfahrung mit Wintersmogverordnungen zeigten, ermöglicht eine Kennzeichnung der Fahrzeuge eine wirksamere Umsetzung, nicht zuletzt, weil der Umweltstandard eines Fahrzeugs durch die Plakette sichtbar gemacht wird, was für die Kfz-Benutzer einen zusätzlichen Anreiz zur Um- bzw. Nachrüstung ihres Fahrzeuges erzeugt.

- Steuerliche Anreize sind geboten um eine Aus- bzw. Nachrüstung mit Rußfilter zu fördern. Berlin hat deshalb schon im Juni 2004 einen Bundesratsbeschluss herbeigeführt, in dem die Bundesregierung gebeten wird, eine steuerliche Förderung für Diesel-Pkw, Lkw und Busse mit Rußfilter für Neufahrzeuge und für die Nachrüstung zu gewähren. Über eine Förderung hat die Bundesregierung noch nicht entschieden. Es liegt allerdings ein Vorschlag für Pkw vor.

Maßnahmen:

1. Beschränkungen für hoch emittierende Dieselfahrzeuge für das Gebiet im großen Hundekopf.
2. Empfehlung für alle Dieselfahrzeuge: Mindeststandard Euro II ab 2008 und Euro III plus Rußfilter ab 2010
3. Die Stufe 1 kann später der Verfügbarkeit von Rußfiltern angepasst werden.
4. Zusätzlich Mindeststandard Euro II für alle Fahrzeuge mit Ottomotor ab 2010 zur weiteren Minderung der Stickoxidemissionen
5. Rahmenbedingung für die Umweltzone:
Kennzeichnungsverordnung durch die Bundesregierung; ein Verkehrszeichen für die Kennzeichnung des Gebiets einer Umweltzone muss verfügbar sein; ausreichende Vorlaufzeit; steuerliche Förderung abgasarmer Fahrzeuge, einschließlich Lkw und Busse

Wirkung:

- hoch; zusätzliche Entlastung von mindestens 5.000 – 10.000 Anwohner in Straßen mit Überschreitungen, wirkt darüber hinaus in Wohngebieten

Zeithorizont für die Umsetzung:

- Stufe 1 im Jahr 2008, Mindestkriterium Euro II für Dieselfahrzeuge
- Stufe 2 im Jahr 2010, Mindestkriterium Euro III und Rußfilter für Dieselfahrzeuge und Euro II für Fahrzeuge mit Ottomotor

III.2.1.3 Optimiertes Verkehrsmanagement und LKW-Führung an Brennpunkten

Durch Addition der Wirkungen der StEP Verkehrsmaßnahmen und der Einführung der innerstädtischen Umweltzone verbleibt immer noch ein kleiner Rest belasteter Straßenabschnitte im inneren und äußeren Stadtbereich. Für diese Punkte ist zu prüfen, ob und wie mit verkehrsorganisatorischen und verkehrstechnischen Maßnahmen eine Einhaltung der Grenzwerte erreicht werden kann.

Diese Maßnahmen können statisch über eine Beschilderung umgesetzt werden. Dabei sind gleichzeitig geeignete Alternativrouten auszuschildern (z. B. Lkw-Führung).

Reichen diese Maßnahmen nicht aus und ist die Verkehrsmenge deutlich zu reduzieren, bieten sich verkehrsorganisatorische und verkehrstechnische Maßnahmen an. Hinsichtlich der Verkehrsorganisation kann die Leistungsfähigkeit eines Straßenzuges durch flexible Umnutzung der Fahrspuren und durch Verstetigung des Verkehrs auch bei geringer Geschwindigkeit erreicht werden. Eine gewisse Flexibilität kann durch eine zeitlich begrenzte Nutzung erreicht werden. Diese Maßnahmen erfordern ein dynamisches Verkehrsleitsystem.

Modellversuch „statische Verkehrslenkung“ EU-Projekt-HEAVEN

1. Ein potentiell Handlungsfeld, nämlich durch Optimierung und Lenkung von Verkehrsströmen (Beschilderung, Änderung von Lichtsignalzeiten, Abmarkierung von Fahrspuren in Kreuzungsbereichen) und ergänzt durch ordnungspolitische Maßnahmen, kann zu punktuellen Entlastungen der Luft- und Lärmbelastung führen. Dieses Praxisbeispiel wurde im Rahmen des EU-Forschungsvorhabens HEAVEN näher untersucht.
2. Im Rahmen eines Praxisversuches wurde beispielhaft die umweltseitige Wirkung eines Tempolimits auf 30 km/h und eines LKW-Durchfahrverbotes in einer durch hohen LKW-Anteil geprägten Hauptverkehrsstraße untersucht. Während des LKW-Verbotes wurden Ausweichstrecken empfohlen, die den Verkehr teilweise über Straßen führte, wo kaum Anwohner betroffen sind (s. Abb. III.2.10). Der Praxisversuch hat gezeigt, dass sich durch verkehrslenkende Maßnahmen, insbesondere durch eine Reduzierung des LKW-Aufkommens, spürbare Verbesserungen bei der Luftbelastung erzielen lassen (s. Tab. III.2.2). So wurden während eines Durchfahrverbots für LKW über 3.5 t um 20 % niedrigere Stickstoffoxidwerte gemessen. Auch die Feinstaub- und Rußbelastung ging um etwa 7 % zurück. Bei Ausdehnung des Durchfahrverbots auch auf kleinere LKW unter 3.5 t sind noch höhere Entlastungseffekte zu erwarten. Positive Wirkungen verkehrslenkender Maßnahmen bestätigten sich auch im Rahmen der Untersuchungen zum Stadtentwicklungsplan Verkehr.
3. Der Senat wird Gebiete identifizieren, wo in Verbindung mit den genannten Maßnahmen zur technischen Minderung der Fahrzeugemissionen, durch Verkehrslenkung eine Entlastung sensibler Bereiche erreicht werden kann, ohne dass in anderen Problemgebieten zusätzliche Belastungen auftreten. Für diese Gebiete werden auf die örtlichen Erfordernisse zugeschnittene Verkehrslenkungskonzepte erarbeitet und in enger Verzahnung mit den im Rahmen des StEP Verkehr geplanten Maßnahmen umgesetzt. Dazu gehört auch eine mögliche Bündelung von Lkw-Verkehr auf weniger sensible Hauptverkehrsstraßen.

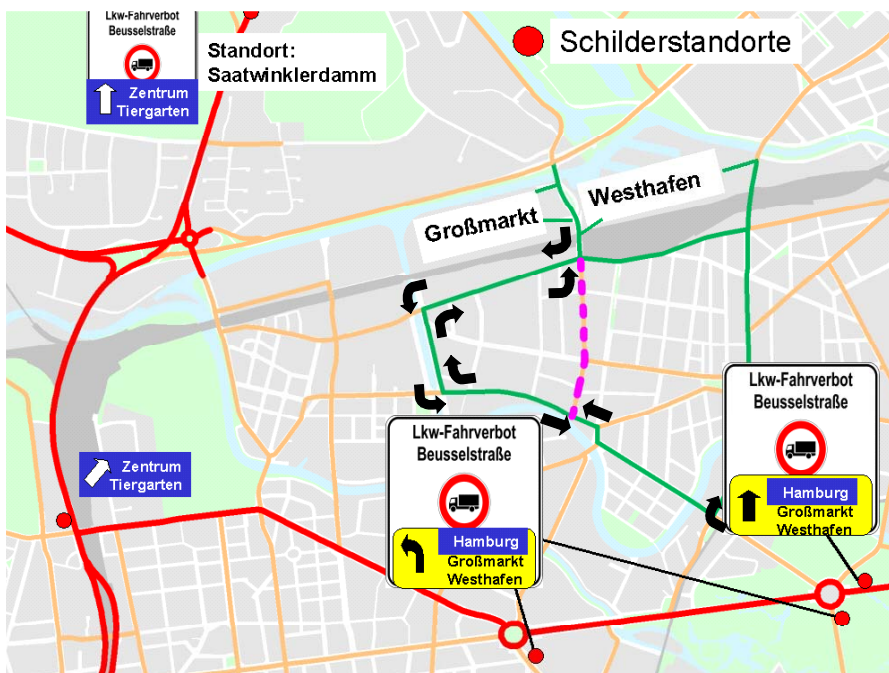


Abb. III.2.10 Beispiel für eine Lkw-Führung zur Entlastung der Beusselstraße

		Lkw-Verbot	Tempo 30
Ruß		-7 ± 3 %	-3 ± 3 %
Feinstaub (PM10)		-7 ± 5 %	-2 ± 3 %
Stickoxide		-20 ± 10 %	-3 ± 2 %
Lärm	Tag	-1.3 dB(A)	-2.0 dB(A)
	Nacht	-1.0 dB(A)	-1.2 dB(A)

Tab. III.2.2 Umweltentlastende Wirkung des Praxisversuchs in der Beusselstraße

Modellprojekt „Dynamische Verkehrsbeeinflussung“ zur Schadstoffminderung

Im Rahmen des Forschungsvorhabens „iQ mobility“ zur Entwicklung eines verkehrsmittelübergreifenden Qualitätsmanagements im straßengebundenen Verkehr ist vorgesehen, wesentliche, noch fehlende Teilkomponenten zu entwickeln. Ziel ist eine dynamische Verkehrssteuerung u.a. auch nach Umweltgesichtspunkten (z.B. Minderung der Schadstoffbelastung) zu realisieren und 2006 (für den Teilbereich Umwelt) im Rahmen eines Feldversuchs in Berlin zum Einsatz zu bringen.

Das Qualitätsmanagement ist ein Instrument zur Erfolgskontrolle und iterativen Verbesserung des strategischen und operativen Verkehrsmanagements. Bei der Bewertung von Strategien und Maßnahmen werden die Wechselwirkungen zwischen den Verkehrsmitteln und die Effekte auf Verkehrsablauf, Umwelt und Sicherheit berücksichtigt. Hinsichtlich der Umweltwirkungen ist die Entwicklung eines Onlinesystems zur Überwachung der aktuellen Luftschadstoffbelastung im Hauptverkehrsstraßennetz vorgesehen.

Maßnahme:

- Lokale Verkehrslenkung zur Entlastung von Belastungsschwerpunkten

Wirkung:

- Gering bis hoch, je nach Einzelfall

Zeithorizont für die Umsetzung:

- 6-12 Monate je nach Maßnahme

Literatur:

- [I.1] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung: Luftreinhalteplan Berlin 1994-2000 für das Untersuchungsgebiet Berlin. Informationsreihe zur Luftreinhaltung in Berlin, Nr. 19, Berlin 1995.
- [I.2] Richtlinie 96/62/EG über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität. ABl der EG v. 21.11.96 Nr. L 296 S. 55.
- [I.3] Richtlinie 99/33/EG über die Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickoxide, Partikel und Blei in der Luft. ABl. der EG vom 29.6.99, Nr. L 163 Seite 41.
- [I.4] Richtlinie 2000/69/EG über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid in der Luft. ABl. der EG vom 13.12.2000, Nr. L 313 Seite 12.
- [I.5] Richtlinie 2002/3/EG über den Ozongehalt der Luft. ABl. der EG vom 9.3.2002 Nr. L 67 Seite 14.
- [I.6] Siebtes Gesetz zur Änderung des BImSchG. BGBl. Jahrgang 2002, Teil I, Nr. 66, S. 3622 ff, vom 17. September 2002.
- [I.7] 33. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 13. Juli 2004. BGBl. I Nr. 36 2004, Seite 1612 ff
- [I.8] 22. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 11. September 2002. BGBl. I 2002, Seite 3626 ff. Textfassung siehe http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/bimschv_22_2002/index.html
- [I.9] Jarras, H.D.: Luftqualitätsrichtlinien der EU und die Novellierung des Immissionsschutzrechts. Neue Zeitschr. f. Verwaltungsrecht 3, 2003, Seite 257-384.
- [I.10] Reh binder, E.: Rechtgutachten über die Umsetzung der 22. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Juli 2004, im Auftrag des Deutschen Städtetages

- [I.11] World Health Organization: Health aspects of air pollution with particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. Report on a WHO working group. WHO, Bonn, Germany, EUR/03/5042688, <http://www.euro.who.int/document/e79097.pdf>. (2003).
- [I.12] World Health Organization: Health Aspects of Air Pollution – answers to follow-up questions from CAFE. Report on a WHO working group meeting Bonn, Germany, 15–16 January 2004; <http://www.euro.who.int/document/E82790.pdf>
- [II.1] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung: Mobil2010, Stadtentwicklungsplan Verkehr Berlin, Juli 2003; siehe <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/stadtentwicklungsplanung/de/verkehr/>
- [II.2] Luftreinhalteplan für das Belastungsgebiet Berlin 1986 bis 1993, Der Senator für Stadtentwicklung und Umweltschutz Nr. 1, 1987
- [II.3] Barrett, M.: Atmospheric emissions from large point sources in Europe" (2004). SENCO. Published by the Swedish NGO Secretariat on Acid Rain
- [II.4] Luftreinhaltung in Berlin 1997, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie, 1997
- [II.5] Jepsen, D. und Ipsen A.: Ermittlung von Emissionsfaktoren für VOC-Emissionen aus kleinen Gewerbebetrieben und privaten Haushalten in Berlin, 2003
- [II.6] VMZ und IVU AG: Untersuchung des Potenzials und der Umsetzbarkeit von Maßnahmen zur Minderung der Feinstaub (PM10)- und Stickoxidemission in Berlin - Abschlussbericht Arbeitspaket A: Verkehrsdatenbasis für das Jahr 2002, 2004
- [II.7] Kommunal Data: Verkehrszählung zur Bestimmung der Flottenanteile, 2004
- [II.8] DLR: Linkbezogene Reisegeschwindigkeiten für das Berliner Hauptstraßennetz auf Basis von GPS Ortungsdaten der Firma Cityfunk, 2004
- [II.9] IVU-Umwelt: Untersuchung des Potenzials und der Umsetzbarkeit von Maßnahmen zur Minderung der Feinstaub (PM10)- und Stickoxidemission in Berlin - Abschlussbericht Arbeitspaket B/C: Emissionsberechnung des Kfz-Verkehrs, 2004
- [II.10] Motz, G. und Hartmann, A.: Aktionsprogramm und Maßnahmenplan Ozon – Inputdatenbasis 1994, 1997
- [II.11] U. Lambrecht. und H. Helms: Luftschadstoffemissionen von Verbrennungsmotoren in mobilen Geräten und Maschinen der Landwirtschaft, der Bauwirtschaft und weiterer Sektoren, Immissionsschutz, 2004, S.104 - 113
- [II.12] M.Struschka, V. Weiss, G. Baumbach: „Feinstaub – Emissionsfaktoren und Emissionsaufkommen bei kleinen und mittleren Feuerungsanlagen“, Immissionsschutz, 2004, S.17-22
- [II.13] Stern, R. (2003) Entwicklung und Anwendung des chemischen Transportmodells REM-CALGRID. Abschlussbericht zum FuE-Vorhaben 298 41 252 des Umweltbundesamts „Modellierung und Prüfung von Strategien zur Verminderung der Belastung durch Ozon“.
- [II.14] Stern, R. (2004) Weitere Entwicklung und Anwendung des chemischen Transportmodells REM-CALGRID für die bundeseinheitliche Umsetzung der EU-Rahmenrichtlinie Luftqualität und ihrer Tochterrichtlinien. Abschlussbericht im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsvorhaben 201 43 250 auf dem Gebiet des Umweltschutzes „Anwendung modellgestützter Beurteilungssysteme für die bundeseinheitliche Umsetzung der EU-Rahmenrichtlinie Luftqualität und ihrer Tochterrichtlinien“.
- [II.15] Stern, R. (2004) Großräumige PM10-Ausbreitungsmodellierung: Abschätzung der gegenwärtigen Immissionsbelastung in Europa und Prognose bis 2010. KRdL-Expertenforum "Staub und Staubinhaltsstoffe", 2004-11-11/10, Düsseldorf, VDI-KRdL-Schriftenreihe 33, 2004
- [II.16] Loon van, M. et. al. (2004). Model Intercomparison in the framework of the review of the Unified EMEP. TNO-Report R 2004/282, www.nilu.no/projects/ccc/tfmm/index.html
- [II.17] EURO-DELTA, European Modelling Exercise. An Inter-comparison of regional model responses to emission-reduction scenarios. <http://rea.ei.jrc.it/netshare/thunis/eurodelta>
- [II.18] CITY-DELTA, European Modelling Exercise. An Inter-comparison of urban-scale model responses to emission-reduction scenarios. <http://rea.ei.jrc.it/netshare/thunis/citydelta>
- [II.19] Kerschbaumer und Stern (2005) Ausbreitungsrechnungen mit dem Aerosol-Chemie-Transportmodell REM-CALGRID für die Region Berlin-Brandenburg. Bericht zum Vorhaben der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung: „Untersuchung des Potentials und der Umsetzbarkeit von Maßnahmen und der damit erzielbaren Minderung der Feinstaub- (PM10) und Stickoxidemission in Berlin“
- [II.20] IVU Umwelt: Abschließender Teilbericht zum Projekt: „Untersuchung des Potentials und der Umsetzbarkeit von Maßnahmen und der damit erzielbaren Minderung der Feinstaub (PM10)- und Stickoxidemission in Berlin“, im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, IX D, Berlin, Januar 2005.
- [II.21] Internationale Konferenz "Neue Herausforderungen für europäische Metropolen: Die Umsetzung der EU-Richtlinien zur Luftqualität und zum Umgebungslärm auf städtischer Ebene", 3. - 4. November 2003 in Berlin, <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/luftqualitaet/staedtekonzferenz/>

- [II.22] Landesumweltamt Brandenburg (2004): Umweltdaten aus Brandenburg – Bericht 2004. Siehe <http://www.mlur.brandenburg.de/cms/detail.php?id=161256&siteid=66>
- [II.23] Umweltbundesamt (2004): PM10-Belastung in der Bundesrepublik Deutschland in den Jahren 2000 bis 2003. Bericht für den Länderausschuss für Immissionsschutz.
- [II.24] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung: Luftgütemessdaten – Jahresbericht 2003. <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/luftqualitaet/de/messnetz/download/jahresbericht2003.pdf>
- [II.25] Umweltbundesamt: Aktuelle Immissionsdaten aus den Messnetzen der Bundesländer und des UBA. <http://www.env-it.de/luftdaten/start.fwd>
- [II.26] Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: Entwicklung der Stickstoffoxid-Immissionen in Baden-Württemberg zwischen 1995 und 2003. Juni 2004
- [II.27] Rodt, Stefan, Umweltbundesamt: Pers. Mitteilung, Okt. 2004.
- [II.28] Reimer, E.: Abschätzung des Stadt- und des Transportanteils für verschiedene Parameter. Kurzauswertung. FU Berlin, 2004.
- [II.29] Reimer, E.: Großräumige Transporte von Feinstaub und NO_x, bezogen auf Berlin 2001-2002. Vortrag auf dem Workshop „Analyse der Luftreinhaltungssituation mit Blick auf die EU-Rahmenrichtlinien unter besonderer Berücksichtigung der modellgestützten Ursachenanalyse in Berlin“, Berlin, 22./23. November 2004. Siehe http://secus.met.fu-berlin.de/veranstaltungen/workshop2004/DOCS_Workshop_Nov2004.htm
- [II.30] Acid News, Nr. 4, 2004, Hrsg.: The Swedish NGO Secretariat on Acid Rain, Göteborg, Schweden.
- [II.31] John, A., T. Kuhlbusch (2004): Ursachenanalyse von Feinstaub (PM10)-Immissionen in Berlin auf der Basis von Messungen der Staubinhaltsstoffe am Stadtrand, in der Innenstadt und in einer Straßenschlucht. Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. Duisburg; Abschlussbericht zum gleichnamigen Projekt im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin. IUTA-Bericht Nr. LP 09/2004.
- [II.32] Rauterberg-Wulff, A.: Beitrag des Reifen- und Bremsenabriebs zur Rußimmission an Straßen. Fortschritt Berichte, VDI Reihe 15, Nr. 202, 178 S. VDI Verlag, Düsseldorf.
- [II.33] Rauterberg-Wulff, A.: Untersuchungen über die Bedeutung der Staubaufwirbelung für die PM10-Immission an einer Hauptverkehrsstraße, im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin, Januar 2000
- [II.34] Lohmeyer, A, und I. Düring (2001): Validierung von PM10-Immissionsberechnungen im Nahbereich von Straßen und Quantifizierung der Feinstaubbildung von Straßen. Bericht des Ingenieurbüros Lohmeyer im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin und des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie; verfügbar unter http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/luftqualitaet/de/werkstatt_feinstaub/abgeschlossen.shtml
- [II.35] Lenschow, P., H.J. Abraham, K. Kutzner, M. Lutz, J-D. Preuß, W. Reichenbächer: Some ideas about the sources of PM10. *Atm. Env.* 35, Suppl. No.1 (2001), S.23-S33
- [II.36] X. Querol, A. Alastuey, C.R. Ruizi, B. Artinano, H.C. Hasson, R.M. Harrison, E. Buringh, H.M. ten Brink, M. Lutz, P. Bruckmann, P. Straehl, J. Schneider: Speciation and origin of PM10 and PM2.5 in selected European Cities. *Atm. Env.* (in press)
- [II.37] John, A., T. Kuhlbusch (2004): Analyse der Verursacher der PM10-Konzentration in der Beusselstraße. Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. Duisburg; Abschlussbericht im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin, 2004
- [II.38] Europäische Kommission: Programm „Clean Air for Europe (CAFE), KOM(2001) 245. siehe auch <http://europa.eu.int/comm/environment/air/cafes/index.htm>
- [II.39] CAFE Working Group on Particulate Matter: Second Position Paper on Particulate Matter; final draft. siehe http://europa.eu.int/comm/environment/air/cafes/pdf/working_groups/2nd_position_paper_pm.pdf
- [II.40] EU-Projekt HEAVEN (Healthier Environment through Abatement of Vehicle Emission and Noise): Deliverable D8.9: Final report on the Demonstration Phase in Berlin. Project Number IST-1999-11244, 2002
- [II.41] Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie, Mecklenburg-Vorpommern: Feinstaubimmissionen in Mecklenburg-Vorpommern. Materialien zur Umwelt Jahr 2004, siehe auch http://www.lung.mv-regierung.de/umwelt/luft/archiv/pm10_b04.pdf.
- [II.42] ACCON/IVU: Straßen- und Schienenverkehrslärmkarten Berlin 2000. Dokumentation der Berechnungsmethodik. ACCON Berlin GmbH, Ingenieurbüro für Schall- und Schwingungstechnik und IVU Traffic Technologies AG, im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, IX D, Berlin 2001.
- [II.43] Reimer E.: Untersuchung des Transports von Luftschadstoffen und Geruchsstoffen im deutsch-tschechischen Grenzgebiet mittels Trajektorien im Winterhalbjahr 2001/02, Institut für Meteorologie - Troposphärische Umweltforschung, FU Berlin; Abschlussbericht für Sächsische Landesamt für Umwelt und Geologie, 2003.

- [II.44] Hainsch, A.: Ursachenanalyse der PM10-Immission in urbanen Gebieten am Beispiel der Stadt Berlin. Dissertation. Technische Universität Berlin, 2004.
- [II.45] Möller, D., W. Wieprecht, K. Acker: PM10 Aerosol Mass and Composition in and around Berlin (Germany). Workshop: „Analyse der Luftreinhaltessituation mit Blick auf die EU-Rahmenrichtlinien unter besonderer Berücksichtigung der modellgestützten Ursachenanalyse in Berlin. Freie Universität Berlin, 22./23.11.2004; siehe http://secus.met.fu-berlin.de/veranstaltungen/workshop2004/DOCS_Workshop_Nov2004.htm
- [II.46] Kuhlbusch, T., A. John, O. Romazanowa, S. Top: Identifizierung von PM10-Emissionsquellen im Rahmen der Maßnahmenplanung zur Reduktion der PM10-Immissionsbelastung in Rheinland-Pfalz. Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. Duisburg; Abschlussbericht im Auftrag des Landesamts für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, 2003.
- [II.47] Funk, R., H.I. Reuter: PM Emissionen von agrarisch genutzten Flächen. Institut für Bodendlandschaftsforschung, ZALF Müncheberg. Workshop: „Analyse der Luftreinhaltessituation mit Blick auf die EU-Rahmenrichtlinien unter besonderer Berücksichtigung der modellgestützten Ursachenanalyse in Berlin. Freie Universität Berlin, 22./23.11.2004; siehe http://secus.met.fu-berlin.de/veranstaltungen/workshop2004/DOCS_Workshop_Nov2004.htm
- [II.48] Kuhlbusch, T., Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. Duisburg: pers. Mitteilung
- [II.49] IVU Umwelt GmbH: Handbuch IMMIS^{em/luft}, Sexau, 2002.
- [II.50] STERN, R., 1997: Das Modellinstrumentarium IMMIS-NET/CPB zur immissionsseitigen Bewertung von Kfz-Emissionen im Rahmen der 23. BImSchV.; 465. Seminar des Fortbildungszentrum Gesundheits- und Umweltschutz Berlin e. V.: „Verkehrsbedingte Belastungen durch Benzol, Dieselruß und Stickoxide in städtischen Straßenräumen. 23. BImSchV seit 1. März 1997 in Kraft – was nun?“; Berlin, April 1997..
- [II.51] Air Quality Data in 2002, The Comparison of Cities and Regions in Europe, Report Nr. 3/2003, MUNICIPALITY OF LINZ Dept. for Environm. Protection and Nature Conservation. siehe auch <http://www.linz.at/umwelt/> unter „Publikationen“.
- [III.1] Senat von Berlin: Vorlage an das Abgeordnetenhaus zur Beschlussfassung über ein Landes-Immissionsschutzgesetz Berlin vom 10.1.2005. Vorg.-Nr 1_3583.
- [III.2] Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft, vom 24. Juli 2002. GMBI. 2002, Heft 25 – 29, S. 511 – 605
- [III.3] Institut für Energie- und Umweltforschung (IFEU): Aktualisierung des „Daten- und Rechenmodells“: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1980 – 2020. Im Auftrag des Umweltbundesamtes, Heidelberg 10/2002
- [III.4] Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV) vom 15. Juli 1988 (BGBl. I, S. 1059), Neufassung vom 14. März 1997 (BGBl. I, S. 490), zuletzt geändert am 14. August 2003 (BGBl. I, S. 1631)
- [III.5] Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Großfeuerungs- und Gasturbinenanlagen – 13. BImSchV) vom 20. Juli 2004 (BGBl. I vom 23. Juli 2004, S. 1717)
- [III.6] Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen – 17. BImSchV) in der Fassung vom 14. August 2003 (BGBl. I vom 19. August 2003, S. 1634)

Glossar:

Aktionspläne	sind gemäß § 47 Abs. 2 BImSchG von der zuständigen Behörde zu erstellen, wenn nach Ablauf der Einhaltungfrist der Grenzwerte (also ab 2005 bzw. 2010) Grenzwerte (oder Alarmschwellen) überschritten werden oder die Gefahr einer Überschreitung besteht. Die hierin beschriebenen Maßnahmen sind kurzfristig zu ergreifen mit dem Ziel, die Überschreitung von Grenzwerten zu verhindern bzw. die Dauer der Überschreitung so kurz wie möglich zu halten.
Alarmschwelle	ist ein Wert, bei dessen Überschreitung bei kurzfristiger Exposition eine Gefahr für die menschliche Gesundheit besteht und bei dem die Mitgliedsstaaten umgehend Maßnahmen gemäß dieser Richtlinie ergreifen.
Anlagen	sind alle ortsfesten Einrichtungen wie Fabriken, Lagerhallen, sonstige Gebäude und andere mit dem Grund und Boden auf Dauer fest verbundene Gegenstände. Zu den Anlagen gehören ferner alle ortsveränderlichen technischen Einrichtungen wie Maschinen, Geräte und Fahrzeuge sowie Grundstücke ohne besondere Einrichtungen, sofern dort Stoffe gelagert oder Arbeiten durchgeführt werden, die Emissionen verursachen können; ausgenommen sind jedoch öffentliche Verkehrswege.
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
BIP	Bruttosozialprodukt
Black-Smoke-Methode	dabei wird die "Schwärze" des Staubes gemessen und daraus der elementare Kohlenstoff (EC) berechnet.
BLUME	Berliner Luftgüte-Messnetz
CAFE	„Clean Air for Europe“ ist das Programm der Europäischen Kommission, das in den nächsten Jahren die wissenschaftlichen Grundlagen erarbeiten soll, die für die Revision der Europäischen Richtlinien zur Luftqualität benötigt werden (siehe http://europa.eu.int/comm/environment/air/cafe/index.htm)
City-Delta Projekt	ist eine europäische Vergleichstudie von urbanen Ausbreitungsmodellen im Rahmen des CAFE Programms. Beteiligte Städte: Berlin, Kopenhagen, Katowice, London, Mailand, Paris, Prag (siehe http://rea.ei.jrc.it/netshare/thunis/citydelta/index.html)
Detektoren	Infrarot-Empfangsgeräte, die über der Fahrbahn angebracht sind (zum Beispiel an einem Laternenpfahl) und Anzahl, Länge und Geschwindigkeit von Fahrzeugen erfassen können.
DTV	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
EMEP	ist das sog. „Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the long-range transmissions of air pollutants in Europe“ der „Konvention zur großräumig grenzüberschreitenden Luftverschmutzung“. In der unter der Europäischen Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen (UNECE) vor 25 Jahren paraffierten zwischenstaatlichen Vereinbarung wurden mehrere Abkommen geschlossen, um die durch grenzüberschreitende Schadstofftransporte verursachten Umweltprobleme, wie Versauerung und Eutrophierung von Gewässern und Böden und Sommersmog zu bekämpfen. EMEP ist das wissenschaftliche Programm der Konvention, in dessen Rahmen kontinuierlich Schadstoffmessungen vorgenommen, Emissionsmengen der Luftschadstoffe aller beteiligten Nationen gesammelt, Emissionsprognosen für die Zukunft erstellt und Ausbreitungsrechnungen zur Ermittlung der Schadstoffbilanzen zwischen den einzelnen Nationen durchgeführt werden (siehe http://www.emep.int/).

EEV Standard	Enhanced Environmentally friendly Vehicle; Europäischer Abgasstandard
Emissionen	sind Luftverunreinigungen, Geräusche, Licht, Strahlen, Wärme, Erschütterungen und ähnliche Erscheinungen, die von einer Anlage (z. B. Kraftwerk, Müllverbrennungsanlage, Hochofen) ausgehen oder von Produkten (z. B. Treibstoffe, Kraftstoffzusätze) an die Umwelt abgegeben werden.
Emissionskataster	ist die räumliche Erfassung bestimmter Schadstoffquellen (Anlagen und Fahrzeuge). Das Emissionskataster enthält Angaben über Art, Menge, räumliche und zeitliche Verteilung und die Ausbreitungsbedingungen von Luftverunreinigungen. Hierdurch wird sichergestellt, dass die für die Luftverunreinigung bedeutsamen Stoffe erfasst werden.
Emissionswerte	sind im Bereich der Luftreinhaltung in der TA Luft festgesetzt. Dabei handelt es sich um Werte, deren Überschreitung nach dem Stand der Technik vermeidbar ist; sie dienen der Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch den Stand der Technik entsprechende Emissionsbegrenzungen. Als Emissionswerte kommen in der Praxis im Wesentlichen in Frage: zulässige Massenkonzentrationen und -ströme sowie zulässige Emissionsgrade und einzuhaltende Geruchsminderungsgrade.
EPA-Formel	Berechnungsvorschrift zur Bestimmung der Abrieb- und Aufwirbelungsemissionen durch Kraftfahrzeuge, die ursprünglich auf Messungen der amerikanischen Umweltbehörde (EPA: Environmental Protection Agency) beruht und auf der Basis von Messungen in Berlin [II.34] modifiziert wurde.
Genehmigungsbedürftige Anlage	Hierunter werden Anlagen verstanden, die in besonderem Maße geeignet sind, schädliche Umwelteinwirkungen oder sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Nachbarschaft oder die Allgemeinheit herbeizuführen. Welche Anlagen genehmigungsbedürftig sind, ist im Anhang der 4. BImSchV festgelegt.
Grenzwert	ein Wert, der aufgrund wissenschaftlicher Erkenntnisse mit dem Ziel festgelegt wird, schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und/oder die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhüten oder zu verringern, und der innerhalb eines bestimmten Zeitraums erreicht werden muss und danach nicht überschritten werden darf.
"großer Hundekopf"	ist das vom inneren S-Bahn und Autobahn-Ring umschlossene Gebiet der Berliner Innenstadt
HEAVEN	<i>„Healthier Environment through Abatement of Vehicle Emissions and Noise“</i> (für eine gesündere Umwelt durch Verminderung fahrzeugbedingter Schadstoff- und Lärmemissionen) war ein Forschungsprojekt kofinanziert durch das 5. Forschungsrahmenprogramm der EU
hot-spots	sind Brennpunkte an denen Menschen hohen Schadstoffbelastungen ausgesetzt sind, z.B. an verkehrsnahen Standorten.
IMMIScpb	ist ein Rechenprogramm zur zeitlich und räumlich hochaufgelösten Berechnung von Schadstoffkonzentrationen an beliebigen Punkten in beidseitig bebauten Straßenschluchten
IMMISem	Teilmodul von IMMISluft zur Berechnung der Kfz Emissionen.
IMMISluft	ist ein Rechenprogramm zur Bestimmung der Luftschadstoffemissionen und –Immissionen in Innenstädten. Die Auspuffemission der Kraftfahrzeuge wird dabei mit dem Emissionsfaktoren-Handbuch des Umweltbundesamtes bestimmt, die Abrieb und Aufwirbelungsemissionen der Kraftfahrzeuge werden nach der modifizierten EPA-Formel bestimmt. Die Berechnung der Schadstoffkonzentration in Straßenschluchten basiert auf IMMIS-CPB.

IHK	Industrie und Handelskammer
LimSchG	Landes-Immissionsschutzgesetz Berlin
IMMISnet	ist ein immissionsklimatologisches Ausbreitungsmodell zur Berechnung der Vorbelastung über Straßenschluchten oder an sonstigen Aufpunkten auf der Basis der Gaußschen Rauchfahngleichung. In diesem Modell können die Jahresmittelwerte und Kurzzeitwerte der Konzentration aus beliebigen Punkt-, Linien und Flächenquellen eines Untersuchungsgebietes in der Größe von Berlin berechnet werden
Hintergrundniveau	ist die Schadstoffkonzentration in einem größeren Maßstab als dem Überschreitungsgebiet.
Hochwert Gauß	ist neben dem Rechtswert ein Bestandteil der Koordinaten im Gauß- Krüger-Koordinatensystem. Er gibt die Entfernung des Punktes zum Äquator an.
Immissionen	sind auf Menschen (Tiere, Pflanzen, Boden, Wasser, Atmosphäre sowie Sachgüter) einwirkende Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen. Messgröße ist die Konzentration eines Schadstoffes in der Luft, bei Staub auch die Menge, die sich auf einer bestimmten Fläche pro Tag niederschlägt.
Immissionskataster	Räumliche Darstellung der Immissionen innerhalb eines bestimmten Gebietes, unterteilt nach Spitzen- und Dauerbelastungen. Immissionskataster bilden eine wichtige Grundlage für Luftreinhaltepläne und andere Luftreinhaltemaßnahmen.
"kleiner Hundekopf"	ist ein Gebiet der Berliner Innenstadt das sich von der Bernauer Str., Danziger Str. im Norden, Petersburger Str., Warschauer Str. im Osten, zur Gitschiner Str im Süden erstreckt, und die historische Mitte und die City West einschließt.
Luft	die Luft der Troposphäre mit Ausnahme der Luft an Arbeitsplätzen.
Luftreinhaltepläne	sind gemäß § 47 Abs. 1 BImSchG von den zuständigen Behörden zu erstellen, wenn die Immissionsbelastungen vor Ablauf der Einhaltungsfrist des jeweiligen Grenzwertes (also 2005 bzw. 2010) die Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge überschreitet. Ziel ist es, mit zumeist langfristigen Maßnahmen die Grenzwerte nach Ablauf der in der 22. BImSchV angegebenen Einhaltungsfrist nicht mehr zu überschreiten und danach dauerhaft einzuhalten.
Luftverunreinigungen	sind Veränderungen der natürlichen Zusammensetzung der Luft, insbesondere durch Rauch, Ruß, Staub, Gase, Aerosole, Dämpfe, Geruchsstoffe o.ä.. Sie können bei Menschen Belastungen sowie akute und chronische Gesundheitsschädigungen hervorrufen, den Bestand von Tieren und Pflanzen gefährden und zu Schäden an Materialien führen. Luftverunreinigungen werden vor allem durch industrielle und gewerbliche Anlagen, den Straßenverkehr und durch Feuerungsanlagen verursacht.
Mittelwert	ist das arithmetische Mittel/der Durchschnitt aller beobachteten bzw. gemessenen Werte und ist ein Lagemaß für eine statistische Häufigkeitsverteilung. Einzelne extreme Ausreisserwerte können dieses Maß aber erheblich beeinflussen.
MIV	Motorisierter Individualverkehr
modal-split	ist die Aufteilung der Verkehrsmengen auf die einzelnen Verkehrsträger oder –arten, wie z.B. Fußgänger, Radverkehr, Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV) und motorisierter Individualverkehr (MIV).
MVA	Müllverbrennungsanlage

nicht genehmigungsbedürftige Anlagen	sind alle Anlagen, die nicht in der 4. BImSchV aufgeführt sind oder für die in der 4. BImSchV bestimmt ist, dass für sie eine Genehmigung nicht erforderlich ist.
NN	Normalnull, Abkürzung für Meereshöhe
ÖPNV	Öffentlicher Personen-Nahverkehr
Orographie	ist die Beschreibung der Geländeformen.
Perzentil	Ein Perzentil, zu dem noch die n %-Angabe gehört (z.B. das 95%-Perzentil), bezeichnet die Stelle in einer nach Größe geordneten Reihe von Beobachtungswerten, auf die bezogen n % aller Werte kleiner/gleich diesem Wert sind.
PM10	die Partikel, die einen gröbselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Abscheidewirkung von 50 % aufweist. Der Feinstaubanteil im Größenbereich zwischen 0,1 und 10 µm ist gesundheitlich von besonderer Bedeutung, weil Partikel dieser Größe mit vergleichsweise hoher Wahrscheinlichkeit vom Menschen eingeatmet und in die tieferen Atemwege transportiert werden.
Rechtswert	Der Rechtswert ist neben dem Hochwert ein Bestandteil der Gauß-Koordinaten im Gauß-Krüger-Koordinatensystem. Er gibt die Entfernung des Punktes vom nächsten Mittelmeridian an.
Regionales Hintergrundniveau	ist das Konzentrationsniveau von Luftschadstoffen in größerer Entfernung (10-50km) von größeren Schadstoffquellen, also außerhalb von Städten und Ballungsräumen.
Ruß	Feine Kohlenstoffteilchen oder Teilchen mit hohem Kohlenstoffgehalt, die bei unvollständiger Verbrennung entstehen.
REM-Calgrid-Modell	vom Umweltbundesamt im Rahmen eines Forschungsvorhabens entwickeltes Modellsystem, das die Berechnung der großräumigen regionalen PM10 Hintergrundbelastung und des urbanen Hintergrundniveaus ermöglicht.
RUBIS	Ruß- und Benzol - Immissions Sammler ist ein Aktiv- und Passivsammler zur Ermittlung von Wochenmittelwerten von Benzol, Ruß und Stickstoffdioxid.
Schadstoff	jeder vom Menschen direkt oder indirekt in die Luft emittierte Stoff, der schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und/oder die Umwelt insgesamt haben kann.
Schwebstaub	sind feste Teilchen, die abhängig von ihrer Größe nach Grob- und Feinstaub unterteilt werden. Während die Grobstäube nur für kurze Zeit in der Luft verbleiben und dann als Staubniederschlag zu Boden fallen, können Feinstäube längere Zeit in der Atmosphäre verweilen und dort über große Strecken transportiert werden. Das wichtigste Unterscheidungsmerkmal der Partikel ist die Teilchengröße. Schwebstaub hat eine Teilchengröße von etwa 0,001 bis 15 µm. Unter 10 µm Teilchendurchmesser wird er als PM10, unter 2,5 µm als PM2,5 und unter 1 µm als PM1 bezeichnet. Staub stammt sowohl aus natürlichen wie auch aus von Menschen beeinflussten Quellen. Staub ist abhängig von der Größe und der ihm anhaftenden Stoffe mehr oder weniger gesundheitsgefährdend.

Stand der Technik	ist nach dem BImSchG ein Kriterium zur Beurteilung der Frage, ob eine Maßnahme zur Begrenzung von Emissionen praktisch und nicht erst nach Durchführung langwieriger Entwicklungsvorhaben umsetzbar ist. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen heranzuziehen, die im Betrieb mit Erfolg erprobt worden sind.
Stick(stoff)oxide	abgekürzt NO _x , bezeichnet die Summe von Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, ermittelt durch die Addition als Teile auf 1 Mrd. Teile und ausgedrückt als Stickstoffdioxid in µg/m ³ .
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
StEP Verkehr	Stadtentwicklungsplan Verkehr
StVO	Straßenverkehrsordnung
TA Luft	ist die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, eine Verwaltungsvorschrift zum BImSchG. Sie besteht aus vier Teilen: Teil 1 regelt den Anwendungsbereich, Teil 2 enthält allgemeine Vorschriften zur Reinhaltung der Luft, Teil 3 konkretisiert die Anforderungen zur Begrenzung und Feststellung der Emissionen, und Teil 4 betrifft die Sanierung von bestimmten genehmigungsbedürftigen Anlagen (Altanlagen).
TELLUS	EU-Forschungsprojekt „ <i>Transport & Environment Alliance for Urban Sustainability</i> “ des 5. Forschungsrahmenprogramms der EU
Toleranzmarge	ein Zuschlag zum Grenzwert, der jährlich abnimmt und am Ende der Frist zur Einhaltung des Grenzwerts (2005 bzw. 2010) Null erreicht. Bei Überschreitungen der Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge müssen die Maßnahmen zur Einhaltung des Grenzwertes im Rahmen eines Luftreinhalteplanes dargestellt, veröffentlicht und an die Europäische Kommission berichtet werden.
TSP	Total Suspended Particulates (Gesamtschwebstaub)
TUT	„Tausend Umwelt Taxen für Berlin“, Projekt des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
UBA	Umweltbundesamt
Wert	ist die Konzentration eines Schadstoffs in der Luft oder die Ablagerung eines Schadstoffs auf bestimmten Flächen in einem bestimmten Zeitraum.
WHO	World Health Organization

Stoffe, Einheiten und Messgrößen

NH₄	Ammonium
NO₃	Nitrat
NO₂	Stickstoffdioxid
NO	Stickstoffmonoxid
NO_x	Stickstoffoxide (Summe aus NO + NO ₂)
SO₄	Sulfat
µg/m³	Mikrogramm (1millionstel Gramm) pro Kubikmeter
kg/a	Kilogramm pro Jahr
t/a	Tonnen pro Jahr