



Ministerium für Ländliche Entwicklung,  
Umwelt und Verbraucherschutz



## **Luftqualität in Brandenburg**

### **Jahresbericht 2005**



LANDESUMWELTAMT  
BRANDENBURG

# **Luftqualität in Brandenburg**

**Jahresbericht 2005**

Auszug aus "Umweltdaten aus Brandenburg – Bericht 2006" (Seite 117 -133)  
ergänzt um Datentabellen zur Luftqualität

Herausgeber:  
Landesumweltamt Brandenburg (LUA)  
Seeburger Chaussee 2  
14476 Potsdam  
Tel.: 033201 442 - 0  
<http://www.mluv.brandenburg.de/info/luu-publikationen>  
E-Mail: [info@luu.brandenburg.de](mailto:info@luu.brandenburg.de)

Bearbeitung:  
LUA, Abteilung Technischer Umweltschutz  
Beteiligung von  
- Ref. T2 Lärmschutz, Verkehr, Energie, Klimaschutz  
- Ref. T3 Gebietsbezogener Immissionsschutz  
- Ref. T4 Luftqualität

Potsdam, im September 2006

Die Veröffentlichung als Internetpräsentation erfolgt im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Nachdruck - auch auszugsweise - bedarf der schriftlichen Genehmigung des Herausgebers.

## Inhaltsverzeichnis

1	Luftreinhaltung	4
1.1	Überwachung der Luftqualität in Brandenburg	5
1.2	Meteorologie und Jahresgang ausgewählter Luftschadstoffe	5
1.3	Stand und Entwicklung der Immissionen ausgewählter Luftschadstoffe	6
1.4	Stand und Entwicklung der Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe	13
1.5	Luftreinhalteplanung in Brandenburg	15
1.6	Stand der Umsetzung von drei Luftreinhalteplänen in Brandenburg	18
Literatur		20
Anhang 1:	Verzeichnis der automatischen Messstellen des Landes Brandenburg (31.12.2005)	21
Anhang 2:	Ergebnisse kontinuierlicher und quasikontinuierlicher Immissionsmessungen	22
Anhang 3:	Verzeichnis der Kenngrößen	30

# 1 Luftreinhaltung

## Begriffsbestimmungen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz [1]

Unter Immissionen sind auf Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter einwirkende Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen oder ähnliche Erscheinungen zu verstehen, die von Anlagen, Maschinen und Fahrzeugen als Emissionen abgegeben werden. Immissionen sind schädliche Umwelteinwirkungen, wenn sie nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belastungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft hervorzurufen.

### Erläuterungen

Nach Definition der Weltgesundheitsorganisation (WHO) liegt eine **Luftverunreinigung** vor, wenn sich ein luftverunreinigender Stoff oder mehrere luftverunreinigende Stoffe in solcher Menge und so lange in der Außenluft befinden, dass sie für Mensch, Tier, Pflanze oder Eigentum schädlich sind, zur Schädigung beitragen oder das Wohlbefinden oder die Besitzausübung unangemessen stören. Die Quantifizierung der entsprechenden Schwelle erfolgt durch Festlegung schadstoffspezifischer Grenzwerte.

Bei **Luftschadstoffen** handelt es sich insbesondere um die luftverunreinigenden Komponenten Rauch, Ruß, Staub, Gase, Aerosole, Dämpfe oder Geruchsstoffe, die bei ihrem Übertritt in die Atmosphäre zu einer Veränderung der natürlichen Zusammensetzung der Luft führen.



Verkehrsmessstelle Bernau (Fotoarchiv, T4)

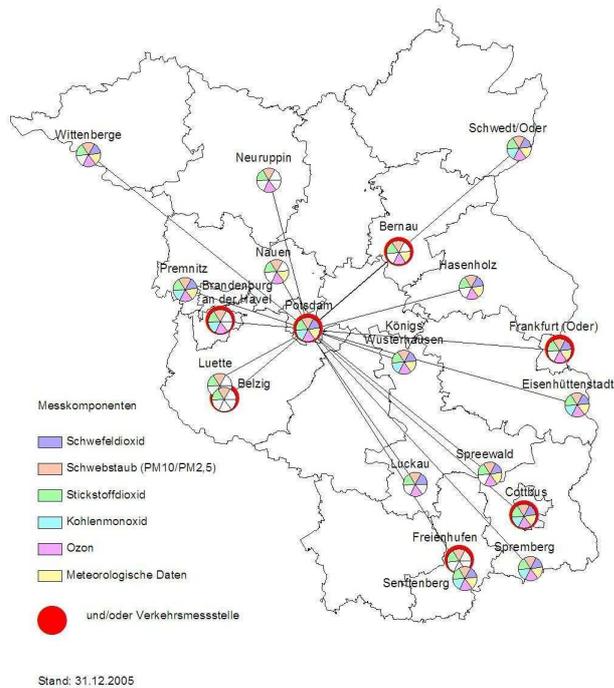
Der Übergang von der **Emission** (Ort des Übertritts von Luftschadstoffen in die Atmosphäre) zur **Immission** (Ort des Wirksamwerdens von Luftschadstoffen an den verschiedenen Rezeptoren) wird als **Transmission oder Ausbreitungsprozess** bezeichnet. Dieser Vorgang wird insbesondere durch meteorologische Parameter, die vor allem im Hinblick auf Ausbreitungsrichtung, Ausbreitungstiefe und am jeweils interessierenden Immissionsort anzutreffende Schadstoffkonzentrationen wirksam werden, bestimmt.

Auf Grund der in der jüngeren Vergangenheit erzielten **Erfolge bei der Verringerung der Schadstoffemission** an industriellen und gewerblichen Quellen sowie beim Hausbrand ist der motorisierte Straßenverkehr verstärkt ins Blickfeld gerückt. Einerseits wird trotz zunehmender Prozessoptimierung und Ausstattung der Motoren mit Abgasreinigungstechnik der erzielbare Effekt am Einzelfahrzeug durch die Fahrleistungszunahme der gesamten Fahrzeugflotte überkompensiert, andererseits sind jedoch nicht für alle Schadstoffe, die dem Betrieb von Verbrennungsmotoren entstammen, geeignete Minderungstechniken entwickelt bzw. umfassend verfügbar.

Die Besonderheit der Schadstoffemission durch den motorisierten Straßenverkehr besteht in der räumlichen Nähe von Schadstoffquelle zum Rezeptor Mensch insbesondere in bebauten Gebieten.



Messstelle Spreewald (Fotoarchiv LUA, T4)



## TELUB-Messstellen zur Überwachung der Luftqualität in Brandenburg

### 1.1 Überwachung der Luftqualität in Brandenburg

Zur Überwachung der Luftqualität wurden grundsätzliche Ausführungen im Bericht des Landesumweltamtes „Umweltdaten aus Brandenburg – Bericht 2003“ gemacht [2]. Die folgende Zusammenstellung gibt Auskunft über den Umfang der im Berichtsjahr 2005 erbrachten Messaktivitäten.

Im Vergleich zu 2004 ist die Anzahl der **telemetrischen Stationen im automatischen stationären Luftgütemessnetz Brandenburg TELUB** um eine auf 24 gestiegen. Dies betraf konkret die Wiederaufnahme der Immissionsmessungen in Bernau zur Erarbeitung eines Luftreinhalteplanes. In diesem Berichtsjahr wurden die **temporären Sondermessungen** auf vier verdoppelt. Dies betraf eine landwirtschaftliche Anlage in Bahnitz (Landkreis Havelland) zur Ammoniakimmissionsüberwachung und drei verkehrsbezogene Sondermessungen (PM10-Schwebstaub, NO<sub>2</sub>) in Belzig (Messwagen), Freienhufen und Potsdam, Behlertstraße (jeweils Container). Die Anzahl der bereits im Vorjahr erheblich verringerten **Staubniederschlagsmessstellen** blieb nahezu unverändert; die manuellen **Schwebstaubmessungen** wurden weiter von 12 auf 10 reduziert. **Im vorliegenden Bericht erfolgt die zusammenfassende Be-**

**wertung der wichtigsten Luftverunreinigungs-komponenten**; für aktuelle Betrachtungen stehen im Internet tägliche Informationswerte zur Verfügung: [www.mluv.brandenburg.de/info/luft-online](http://www.mluv.brandenburg.de/info/luft-online).

An den 24 TELUB-Messstellen wurden im Jahr 2005 rd. 2.2 Mio. Einzelmesswerte erzeugt; davon rd.

- 240.000 Schwefeldioxid-,
- 390.000 Schwebstaub-, (PM10)
- 390.000 Stickstoffdioxid-,
- 200.000 Kohlenmonoxid- und
- 320.000 Ozonwerte.

### 1.2 Meteorologie und Jahresgang ausgewählter Luftschadstoffe

Der **Deutsche Wetterdienst (DWD)** charakterisierte in seinem Jahresrückblick **das Jahr 2005 in Deutschland als zu warm, sehr sonnig und etwas zu trocken** [3]. Die meteorologische Jahresbewertung 2005 für das Land Brandenburg wird wie folgt vorgenommen: Aus den Daten der sieben DWD-Stationen Angermünde, Neuruppin, Manschnow, Potsdam, Lindenberg, Cottbus und Doberlug-Kirchhain, die leicht verfügbar sind [4], wird ein brandenburgweiter Mittelwert gebildet und mit dem jeweiligen Klimanormal 1961 – 1990 der Stationen verglichen (Tab.).

Demnach war **das Jahr 2005 in Brandenburg um 0,8 Kelvin (K) zu warm**. Somit setzte sich die seit Beginn der 1990er Jahre zu beobachtende **allgemeine Erwärmungstendenz ein weiteres Jahr ungebrochen fort**. Sie illustriert damit im regionalen Maßstab den derzeit zu beobachtenden anthropogen beeinflussten weltweiten Klimawandel.

Die Sonnenscheindauer erreichte mit 118 % deutlich überdurchschnittliche Werte, wozu allerdings vor allem April, Oktober und November mit besonders hohen relativen Andauerwerten beitrugen.

Das Berichtsjahr fiel mit 108 % des Mittelwertes der langjährigen Niederschlagssummen leicht übernormal nass aus. Besonders auffällig trat dabei der Juli hervor ([www.dwd.de](http://www.dwd.de)).

Die **landesweite PM10-Schwebstaub-Immission** der TELUB-Messstellen betrug 2005 24 µg/m<sup>3</sup> und **stieg damit gegenüber dem Vorjahr (20 µg/m<sup>3</sup>) erheblich an**. Das bisherige Rekordniveau des episodenreichen, häufig von austauschungünstigen Großwetterlagen geprägten Jahres 2003 (25 µg/m<sup>3</sup>) wurde nahezu wieder erreicht.

## Jahresgang ausgewählter meteorologischer Kenngrößen und Luftschadstoffkonzentrationen als landesweite Mittelwerte für Brandenburg im Jahre 2005

Monat	ΔT (K)		RR (%)		SD (%)		PM10 (µg/m³)	O <sub>3</sub> (µg/m³)
	(Min bis Max)		(Min bis Max)		(Min bis Max)			
1	(+3,4 bis +3,7)	zu warm	(100 bis 186)	zu nass	(81 bis 140)	uneinheitlich	17	46
2	(-1,1 bis -0,2)	zu kalt	(114 bis 168)	zu nass	(97 bis 113)	uneinheitlich	33	51
3	(-0,9 bis +0,2)	zu kalt	(36 bis 64)	zu trocken	(106 bis 124)	überdurchschnittlich	31	66
4	(+1,4 bis +2,3)	zu warm	(20 bis 44)	zu trocken	(142 bis 152)	überdurchschnittlich	28	72
5	(+0,3 bis +0,9)	zu warm	(112 bis 169)	zu nass	(92 bis 101)	unterdurchschnittlich	18	74
6	(-0,3 bis +0,5)	uneinheitlich	(19 bis 105)	zu trocken	(100 bis 116)	überdurchschnittlich	18	71
7	(+0,7 bis +1,4)	zu warm	(204 bis 376)	zu nass	(85 bis 97)	unterdurchschnittlich	19	64
8	(-1,0 bis -0,5)	zu kalt	(75 bis 183)	uneinheitlich	(91 bis 106)	uneinheitlich	19	52
9	(+1,7 bis +2,3)	zu warm	(87 bis 116)	uneinheitlich	(121 bis 153)	überdurchschnittlich	27	51
10	(+1,6 bis +2,1)	zu warm	(37 bis 115)	uneinheitlich	(151 bis 191)	überdurchschnittlich	31	37
11	(-0,3 bis +0,3)	uneinheitlich	(30 bis 69)	zu trocken	(134 bis 175)	überdurchschnittlich	24	20
12	(-0,1 bis +0,4)	uneinheitlich	(96 bis 150)	zu nass	(77 bis 131)	uneinheitlich	20	28
Jahr	<b>0,6 - 0,9</b>		<b>98 – 118</b>		<b>112 - 128</b>		<b>24</b>	<b>53</b>
	<b>zu warm</b>		<b>leicht überdurchschnittlich</b>		<b>überdurchschnittlich</b>		<b>durchschnittlich</b>	<b>leicht überdurchschnittlich</b>
ΔT (K)	Abweichung der Temperatur vom Klimanormal (1961-90) durch Angabe der Spannweite zwischen den verwendeten DWD-Stationen, d.h. die niedrigste Abweichung (Minimalwert) und die höchste Abweichung (Maximalwert) vom Klimanormal sind angegeben							
RR	relative Niederschlagsmenge im Vergleich zum Klimanormal durch Angabe der Spannweite zwischen den verwendeten DWD-Stationen							
SD	relative Sonnenscheindauer im Vergleich zum Klimanormal durch Angabe der Spannweite zwischen den verwendeten DWD-Stationen							

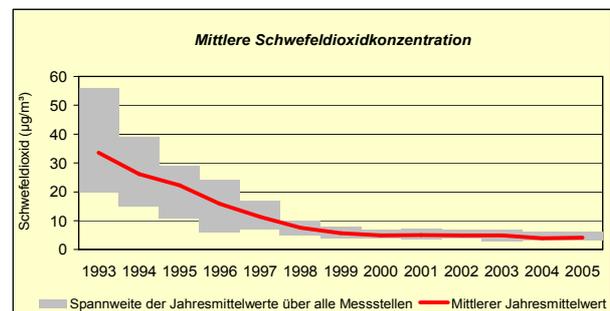
So wurden auch im Berichtsjahr die höchsten Feinstaubbelastungen in den Monaten Februar, März und Oktober registriert, als sich tagelang andauernde Episoden erhöhten Feinstaubferntransportes bemerkbar machten. Verbunden mit inversionsbedingt eingeschränkten Ausbreitungsbedingungen begünstigte dies den markanten Immissionsanstieg insbesondere im Winterhalbjahr (2005: 26 µg/m³; 2004: 23 µg/m³; 2003: 28 µg/m³).

Das Sommerhalbjahr 2005 präsentierte sich in den Monaten April, Mai, Juli und September als deutlich zu warm und meist mit überdurchschnittlicher Sonnenscheindauer. Auch die gegenüber 2004 von 30 auf 43 gestiegene Anzahl der Sommertage begünstigte den leichten Anstieg des landesweiten Ozonjahresmittelwertes von 52 auf 53 µg/m³, aber mehr noch der Häufigkeit von O<sub>3</sub>-Spitzenwerten.

Der Sommermittelwert von 64 µg/m³ blieb gegenüber 2004 allerdings wenig verändert (2004: 65 µg/m³) und erreichte bei weitem nicht den Immissionspegel von 2003, wo ein landesweites O<sub>3</sub>-Mittel von 76 µg/m³ verzeichnet worden war.

### 1.3 Stand und Entwicklung der Immissionen ausgewählter Luftschadstoffe

#### • Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)



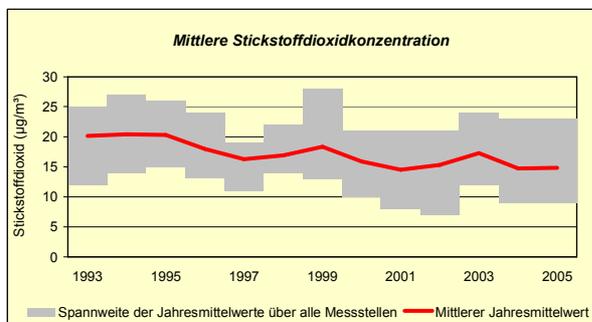
Seit 1993 (Brandenburg-Jahresmittelwert (JMW) = 33 µg/m³) ist aufgrund von Emittentenstilllegungen, der Einführung der Rauchgasentschwefelung und vor allem durch den Brennstoffwechsel von Braunkohle zu Erdgas- und Öl-Heizungen eine **ständig sinkende Belastung zu verzeichnen** gewesen. Sie kam um das Jahr 2000 auf einem Niveau von 5 µg/m³ an, das vordem nicht einmal von emittentenernen so genannten Reinfluststationen erreicht worden war. Verbunden mit dieser starken Immissionsabnahme

verringerte sich auch die Spannweite der JMW an den TELUB-Messstellen erheblich, so dass heute nicht mehr von einem Nord-Süd-Gradienten der  $\text{SO}_2$ -Belastung in Brandenburg gesprochen werden kann. Seit dem Jahr 2000 blieb das  $\text{SO}_2$ -Konzentrationsniveau also nahezu unverändert: 2005 verzeichnete ein landesweites Mittel von  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Die Immissionsgrenzwerte der 22. BImSchV [8] werden seit Jahren für Schwefeldioxid ganz klar eingehalten.** Dies gilt insbesondere für die ökosystembezogenen Jahres- und Winterhalbjahres-Mittel von jeweils  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Auch zukünftig wird das  $\text{SO}_2$ -Immissionsniveau bei weiterhin geringer räumlicher Differenz bei etwa gleich niedrigen Werten verharren.

## • Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) und Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ )

### a) Gebietsbezogene Immissionsmessungen

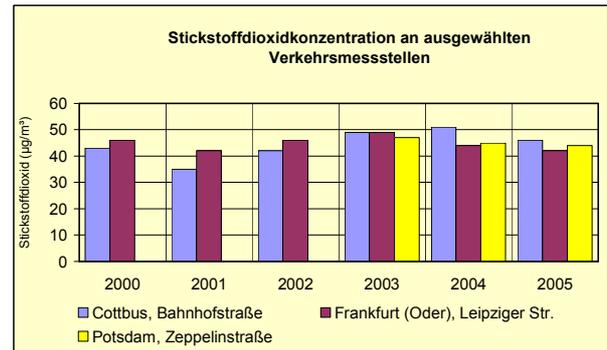


Im Gegensatz zum  $\text{SO}_2$  haben sich die anlagenbezogenen **Verbesserungen beim Ausstoß von  $\text{NO}_x$  und die Verringerung der spezifischen  $\text{NO}_x$ -Emissionen des motorisierten Straßenverkehrs bisher nicht im erwarteten Maße in der Reduzierung der  $\text{NO}_2$ - bzw.  $\text{NO}_x$ -Belastung niedergeschlagen.** Dies dürfte vor allem durch das stark gewachsene Verkehrsaufkommen und insbesondere den erhöhten Anteil von Diesel-Kfz bedingt gewesen sein. Eine herausragende Rolle spielen dabei vor allem die LKW.

So sank der landesweite JMW von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (1993) nur auf  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (2005) (Abb.). Auffällig ist dabei eine weiterhin starke Differenzierung der Stations-JMW, die jährlich um  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  schwankten und damit den unterschiedlich starken Einfluss des Straßenverkehrs auf die jeweilige TELUB-Messstelle anzeigten.

Die ab 2010 geltenden Immissionsgrenzwerte der 22. BImSchV werden an den städtischen Hintergrundmessstationen seit Jahren problemlos eingehalten. Dies gilt insbesondere für den Jahresmittelgrenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , der im Übrigen auch vegetationsbezogen (als  $\text{NO}_x$ -Immissionsgrenzwert von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) an den beiden ländlichen TELUB-Messstellen Hasenholz (Märkische Schweiz) und Neuzauche (Spreewald) 2005 mit  $15$  bzw.  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sicher eingehalten wurde.

### b) Verkehrsbezogene Immissionsmessungen



Die  $\text{NO}_2$ -Immissionssituation an den drei seit 2000 verfügbaren Verkehrsmessstellen (VMSt) Cottbus, Frankfurt (Oder) und Potsdam ist ebenfalls durch eher geringe und unsystematische Schwankungen der JMW um  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gekennzeichnet (Abb.). Es ist deutlich zu erkennen, dass der ab 2010 geltende Jahresmittelgrenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  derzeit noch nicht eingehalten werden kann. Nur der seit 2000 mit einer abschmelzenden Toleranzmarge von  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  auf  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (2005) abgesunkene aktuelle Grenzwert wurde noch nicht überschritten.

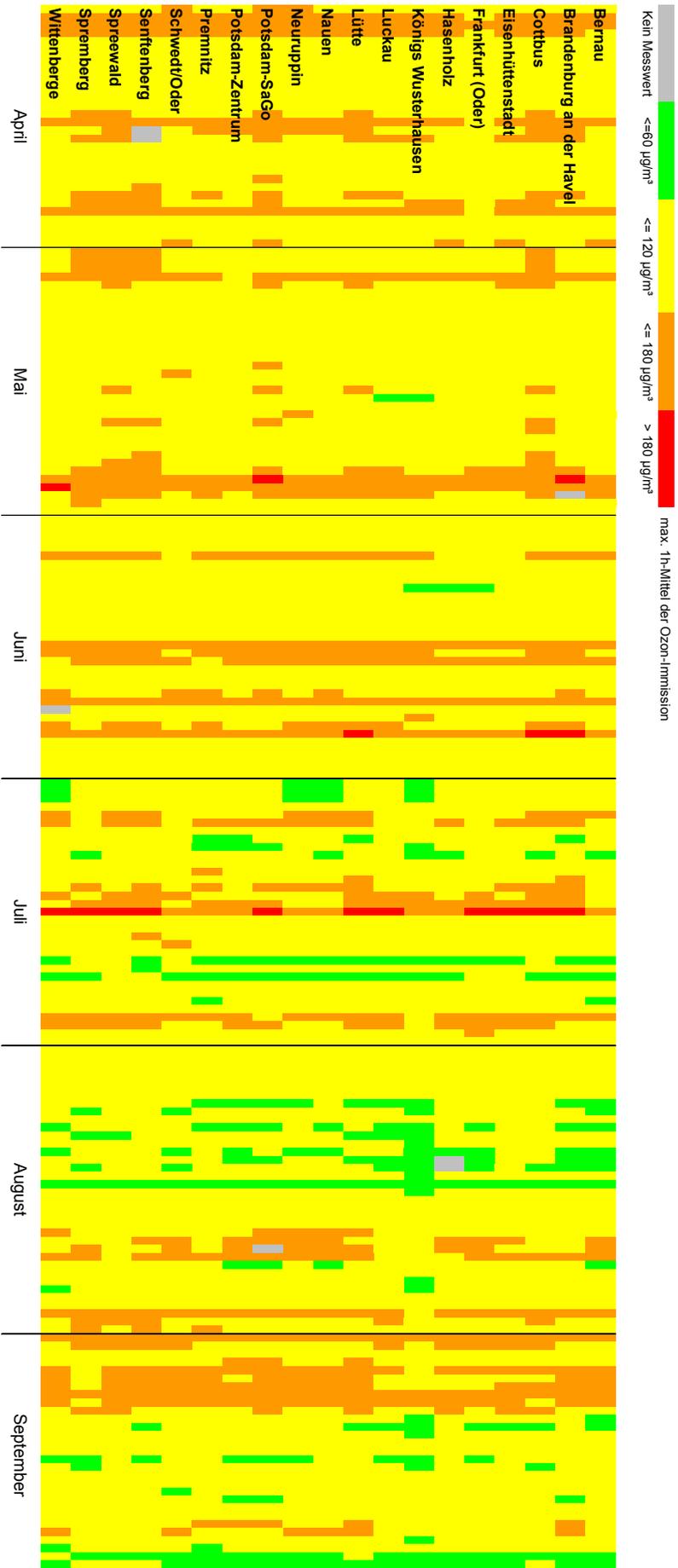
Falls sich die in den Luftreinhalte-/Aktionsplänen dieser drei Städte vorgesehenen immissionsmindernden Maßnahmen gegenüber  $\text{PM}_{10}$ -Schwebstaub weitgehend umsetzen lassen, kann eine Grenzwerteinhaltung auch für  $\text{NO}_2$  im Jahr 2010 erwartet werden. Der wesentlich weniger strenge Kurzzeit-Grenzwert (max. 18 Überschreitungen des 1h-Mittels von  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahr 2010) wurde bisher in Brandenburg noch nie überschritten.

### • Ozon ( $\text{O}_3$ )

Die Bewertung der Ozonimmissionen, bezogen auf die Schutzgüter Mensch und Vegetation, ergab gemäß 33. BImSchV [9] folgende Situation:

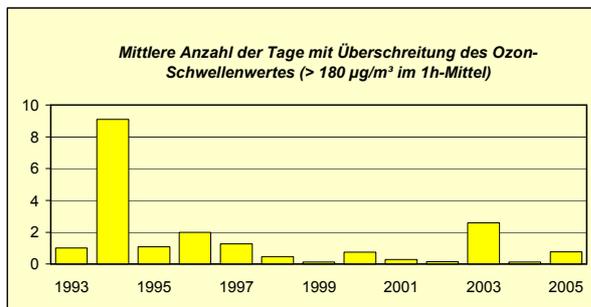
**Die Überschreitung des Schwellenwertes** zur Unterrichtung der Bevölkerung von  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im 1h-Mittel **zeigte seit 1993 einen erkennbaren Häufigkeitsrückgang**, auch wenn sich besonders gute photochemische Begleiterscheinungen für die  $\text{O}_3$ -Bildung in Einzeljahren wie 1994 und dem „Jahrhundertssommer“ 2003 deutlich hervorhoben. Hier sind bereits Erfolge einer EU- und deutschlandweiten Reduzierung der Emissionen der  $\text{O}_3$ -Vorläufersubstanzen  $\text{NO}_x$  und leichtflüchtige Kohlenwasserstoffe (VOC) zu erkennen. Im Rahmen der meteorologisch bedingten interannuellen Schwankungen sind auch die Ergebnisse für 2005 zu sehen, wo Brandenburgweit im Durchschnitt nur knapp einmal pro Messstelle eine 1h-Überschreitung von  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  auftrat (Abb.). Auf die für die menschliche Gesundheit wirkungsbedingt weniger relevante mittlere  $\text{O}_3$ -Belastung soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden.

### Raumzeitliche Struktur der Ozon-1-h-Maximalwerte im Sommerhalbjahr 2005 in Brandenburg

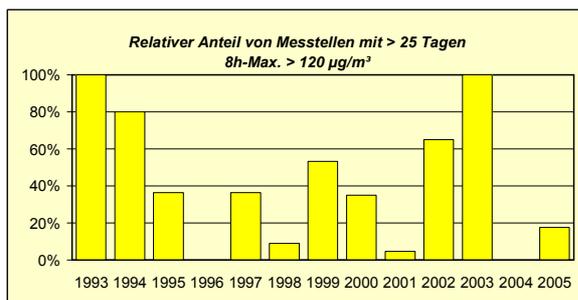


Ein dabei seit Beginn der 1990er Jahre zu beobachtender langsamer Anstieg der JMW steht nicht im Widerspruch zu europaweiten Messbefunden. Die interessante Zusammenschau der täglichen stationsbezogenen 1h-Ozon-Maximalwerte in Brandenburg (Sommerhalbjahr) ergibt anschaulich die raumzeitliche Struktur insbesondere des großräumigen und länger andauernden Auftretens von hohen Kurzzeitbelastungen (Abb.).

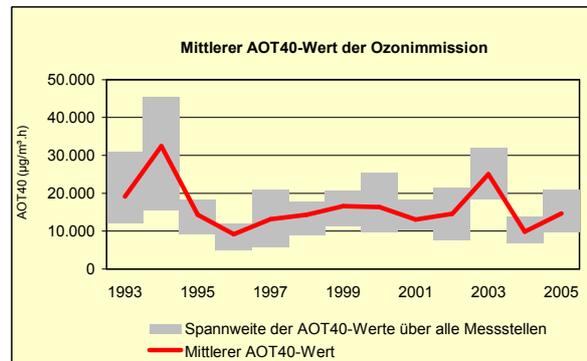
So führten nahezu landesweite Ozonepisoden nur Ende Mai an drei Messstellen für einen Tag und Mitte Juli an immerhin elf Messstellen gleichzeitig zu maximalen 1h-Werten > 180 µg/m<sup>3</sup>. Eine länger andauernde Spitzenbelastung blieb damit auch 2005 in Brandenburg aus. **Zukünftig dürfte sich auch unter günstigen photochemischen Ozonbedingungen die Auftretswahrscheinlichkeit derartiger Spitzenbelastungen immer weiter verringern.**



**Als Zielwert für den Gesundheitsschutz darf ab 2010 im dreijährigen Mittel das maximale tägliche 8h-O<sub>3</sub>-Mittel nicht öfter als an 25 Tagen über 120 µg/m<sup>3</sup> liegen.** Auch hier zeigt ein Blick in die Vergangenheit, dass ausgeprägte „Ozonsommer“ vor allem Anfang der 1990er Jahre auftraten, wobei allerdings nur bis 2001 von einem Abnahmetrend gesprochen werden könnte (Abb.). Dann folgten 2002/03 besonders gute meteorologische Voraussetzungen für die O<sub>3</sub>-Bildung, während 2004/05 wiederum zu den ausgesprochen gering belasteten Jahren gehörten, was das maximale 8h-O<sub>3</sub>-Mittel betrifft: An nur vier Messstellen wurden 2005 mehr als 25 derartige Überschreitungs-Tage registriert. Doch das Mittel 2003 – 2005 zeigt, dass durchschnittlich etwa 40 % der Stationen in Brandenburg diesen Zielwert noch nicht einhalten. Weitere internationale Ozon-Vorläuferemissionsminderungen bleiben also auf der Tagesordnung, um 2012 EU-Konformität zu erreichen.



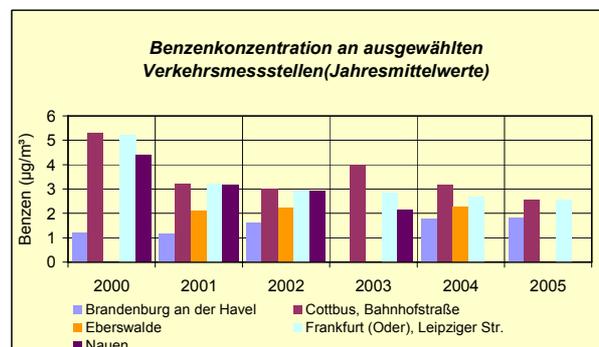
Für den Schutz der Vegetation gibt die 33. BImSchV einen ab 2010 im fünfjährigen Mittel einzuhaltenden **Dosiswert für die saisonale Belastung** (tagsüber im Sommerhalbjahr) vor, den so genannten AOT40-Wert in Höhe von 18.000 µg/(m<sup>3</sup>•h).



Auch diese AOT40-Werte spiegeln die stark meteorologisch beeinflussten Vegetationsbelastungen mit Maximalwerten 1994 und 2003 gut wider (Abb.) und zeigten für die letzten beiden Jahre eher unterdurchschnittliche Dosiswerte. Im landesweiten 5-Jahresmittel wurden 2001 – 2005 etwa 15.000 µg/(m<sup>3</sup>•h) erreicht, was für eine Reihe von Messstellen mit der Überschreitung des ab 2010 geltenden Wertes verbunden war. Streng lässt sich diese Aussage jedoch nicht auf die städtischen Hintergrund-Messstellen anwenden, sondern sie gilt entsprechend 33. BImSchV vor allem für ländliche Messstellen, die für größere naturnahe Gebiete repräsentativ sind. Hier verzeichneten Hasenholz und die zwischenzeitlich von Burg nach Neuzauche verlegte Spreewaldstation 16.122 bzw. 15.939 µg/(m<sup>3</sup>•h).

Zukünftig wird am ehesten mit einer Quasikonstanz der derzeitigen Dosisbelastung zu rechnen sein, da einerseits O<sub>3</sub>-Spitzenbelastungen zurück gehen, der mittlere O<sub>3</sub>-Pegel allerdings zunimmt.

### • Benzen (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)



Seit dem Jahr 2000 liegen an Brandenburger VMSt Immissionsdatensätze vor, die den Vorgaben der 33. BImSchV genügen. Demnach hat sich die **straßennahe Benzenbelastung tendenziell an fast allen diesen Stationen bis 2005 deutlich verringert**, wenn auch Schwankungen auf relativ geringem Immissionsniveau wie in Brandenburg an der Havel und Eberswalde auftreten. Einschließlich Toleranz-

marge galt 2005 ein Jahresmittel-Grenzwert vom  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , der überall sicher eingehalten wurde.

Die bisherige positive Entwicklung, **bedingt durch wesentlich verbesserte Kraftstoffe**, dürfte sich bis 2010 in ähnlicher Weise fortsetzen und damit eine zusätzliche Sicherheit für die klare Einhaltung des dann geltenden Grenzwertes von  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  schaffen.

#### • Sonstige gasförmige Komponenten

##### Schwefelwasserstoff ( $\text{H}_2\text{S}$ )

Die  $\text{H}_2\text{S}$ -Immissionen zeigten bei der Dauerbelastung (JMW =  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an den drei Messstellen Eisenhüttenstadt, Premnitz und Schwedt/Oder.) **weiterhin ein niedriges Niveau**. Allerdings stiegen die Belastungsspitzen gegenüber 2004 geringfügig an. Der Leitwert der WHO für die halbstündliche Belastung ( $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) wurde in Eisenhüttenstadt und Premnitz erneut überschritten (Geruchsbelästigung). Dominante industrielle Einzelquellen im Umfeld der Messstellen sind als Verursacher anzusehen.

##### Kohlenmonoxid (CO)

Die im städtischen Hintergrund gemessenen **CO-Immissionen entsprechen weitgehend dem bereits in den Vorjahren ermittelten niedrigen Niveau**; der Grenzwert der 22. BImSchV für den 8h-Mittelwert wurde erneut in keinem einzigen Fall überschritten. Obwohl an den Verkehrsmessstellen (VMSt) Cottbus, Frankfurt (Oder) und Potsdam, Zeppelinstraße demgegenüber erwartungsgemäß deutlich höhere CO-Konzentrationen ermittelt wurden, blieb der ab 1. Januar 2005 geltende Grenzwert von  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$  mit ca. 40 % Auslastung (2004: 46 %) weit unterschritten. Die CO-Belastungsabnahme an den VMSt hält damit seit Jahren an und widerspiegelt die Fortschritte in der Kfz-Emissionsminderung.

##### Flüchtige organische Verbindungen (VOC)

Die Erhebung summarischer Befunde über die Kohlenwasserstoffbelastung gestattet eine kostengünstige Langzeitbeobachtung, doch die **Ergebnisse sind kaum toxikologisch aussagefähig**. Deshalb erfolgen diese Immissionsmessungen nur noch in Schwedt/Oder., wo sich ein VOC-Großemittent befindet. Die leicht fallende JMW-Tendenz für Gesamtkohlenwasserstoffe und für Methan setzte sich auch 2005 fort. Detaillierte Erhebungen über die VOC-Belastung fanden 2005 in Cottbus, Potsdam und Schwedt/Oder. jeweils verkehrsfremd statt. Überschreitungen der Beurteilungsgrößen für die 21 Komponenten waren nicht festzustellen.

Die Benzol-Toluol-Xylol (BTX)-Belastung an den VMSt sank weiterhin leicht, während die Passivsammler in Cottbus und Frankfurt (Oder) eine geringfügige JMW-Erhöhung auf geringem Absolutniveau gegenüber 2004 anzeigten. **Alle Beurteilungswerte wurden klar eingehalten**.

##### Quecksilber (Hg)

Die Screening-Erhebungen an der Stadtrandstation Cottbus, Markgrafenmühle wurden fortgesetzt und zeigten einen minimalen JMW-Anstieg gegenüber 2004 von 1,2 auf  $1,4 \text{ ng}/\text{m}^3$ , wobei der Orientierungswert des Länderausschusses für Immissionsschutz von  $50 \text{ ng}/\text{m}^3$  weit unterboten blieb. Die EU hatte im Übrigen in ihrer „Schwermetall-Richtlinie“ auf die Festlegung eines Zielwertes für gasförmiges Quecksilber verzichtet.

#### • PM10-Schwebstaub

##### a) Gebietsbezogene Immissionsmessungen

Anhand der seit 2000 EU-richtlinienkonform ermittelten **Feinstaub-Immissionszeitreihen** ist bezogen auf die Jahresmittelwerte **nur eine geringe Veränderung der Dauerbelastung im landesweiten Mittel** zu erkennen.

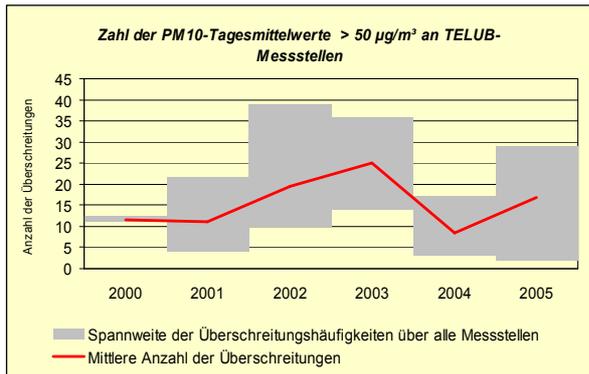
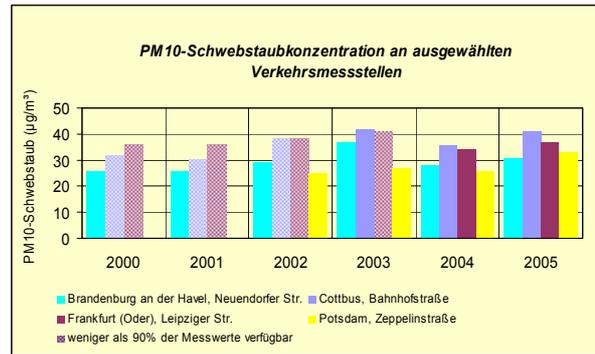
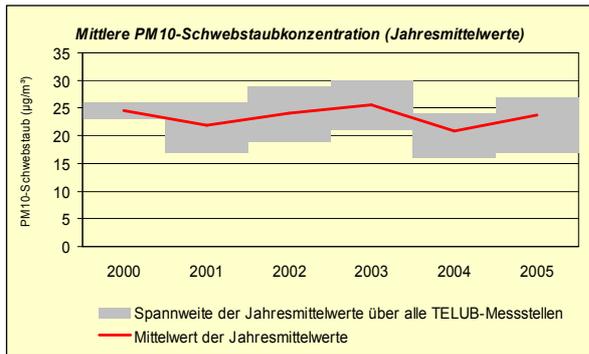
Von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahr 2000 sank der Pegel 2004 auf  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , nachdem er zwischenzeitlich im „Episodenjahr“ 2003  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erreicht hatte. Das Brandenburg-Mittel von  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  2005 entsprach etwa dem mehrjährigen Durchschnitt. Somit ist in den letzten Jahren keine Fortsetzung der in den 1990er Jahren beobachteten deutlichen Abnahme der (Gesamt-) Schwebstaubbelastung in Bezug auf PM10 zu erkennen (Abb.). **Wesentlich strenger als der Dauerbelastungsgrenzwert ist der Kurzzeitbelastungsgrenzwert der 22. BImSchV:**

Ein Tagesmittelwert (TMW) von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  darf seit 2005 nur 35-mal im Jahr überschritten werden. Nach umfangreichen statistischen Untersuchungen in Brandenburg wird ab einem JMW von ca. 31 -  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dieser Kurzzeitbelastungsgrenzwert mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 50 Prozent überschritten.

An Messstellen, die repräsentativ für die städtische Hintergrundbelastung sind (ohne direkten Einfluss einer Straße mit relativ hohem Verkehrsaufkommen), **konnte dieser PM10-Kurzzeit-Grenzwert bisher klar eingehalten werden**. Ohne erkennbare Tendenz traten im landesweiten Mittel jährlich etwa 10 - 20 Überschreitungstage pro Station auf, wobei sich das meteorologisch ungünstige Jahr 2003 (25 Tage im Mittel) deutlich abhob.

Ein Jahresvergleich macht deutlich (Abb.), dass die Kenngröße der **PM10-Kurzzeitbelastung wesentlich stärkere interannuelle Schwankungen** aufweist als der JMW.

Dies ist auf eine weitaus größere Abhängigkeit dieser Kenngröße von der Häufigkeit austauscharmer Hochdruck-Wetterlagen (Inversionswetterlagen mit regionaler PM10-Anreicherung und Ferntransporten) zurückzuführen.

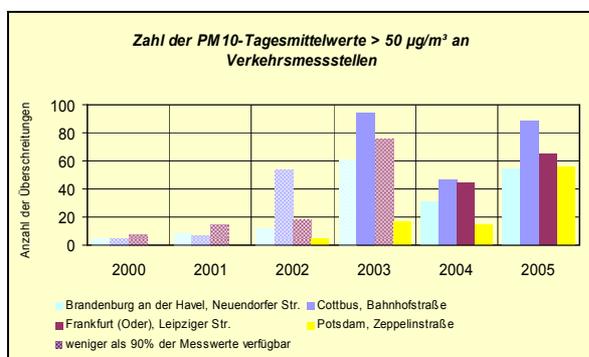


Dieser statistisch eng gesicherte Zusammenhang wurde durch die TMW-Messergebnisse eindrucksvoll bestätigt. Alle vier VMSt wiesen 2005 mehr als 50 Tage mit TMW > 50 µg/m³ auf und bestätigten damit für Cottbus (Maximum mit 89 Überschreitungstagen) und Frankfurt (Oder) die Notwendigkeit für die bereits 2003 gem. § 47 (1) BImSchG begonnene Erarbeitung von Luftreinhalteplänen sowie die 2005 gem. § 47 (2) BImSchG eingeleitete Aufstellung von Aktionsplänen u. a. in Potsdam und Brandenburg an der Havel.

### b) Verkehrsbezogene Immissionsmessungen

Die PM10-JMW an den vier dauerhaft betriebenen VMSt in den Oberzentren des Landes wiesen **seit dem Jahre 2000** einen stetigen Belastungsanstieg auf, der in dem ausbreitungsungünstigen Jahr 2003 kulminierte und nach deutlichem Rückgang 2004 im Berichtsjahr erneut zumindest an der VMSt Cottbus eine Überschreitung des ab 2005 geltenden JMW-Grenzwertes von 40 µg/m³ brachte (s. Abb.). Neben den bereits erwähnten meteorologischen Begleitbedingungen, die 2002/03 besonders ungünstig ausfielen, zeigen diese Ergebnisse auch **den Einfluss eines zumindest gleich bleibend hohen Verkehrsaufkommens in engen, schlecht belüfteten Straßenschluchten. Alle JMW lagen 2005 in einer Höhe, die die Überschreitung des PM10-Kurzzeitgrenzwertes zumindest mit 50 % Wahrscheinlichkeit erwarten ließen.**

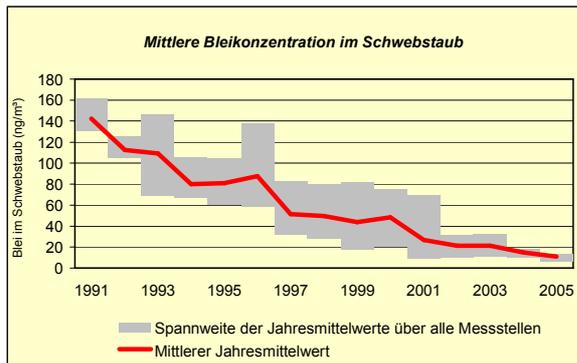
Nebenstehende Abbildung zeigt gleichzeitig ein nur **durch das Ausnahmejahr 2003 (episodenbedingt besonders viele PM10-Spitzenwerte) unterbrochenes allmähliches Ansteigen der Zahl von Überschreitungstagen**, das in seiner Aussagekraft nur durch die vergleichsweise geringe Messhäufigkeit bis 2003 etwas relativiert wird. Vertiefte Untersuchungen der raumzeitlichen Immissionsstruktur und der Immissionsanteile an solchen Überschreitungstagen [5, 6] weisen jedoch darauf hin, **dass in derartigen Situationen der großräumige PM10-Feinstaubtransport (vornehmlich aus Südwestpolen) die lokalen Eigenbeiträge des Straßenverkehrs deutlich übersteigt.**



Somit widerspiegeln die Überschreitungstage vor allem die unterschiedliche Häufigkeit von Großwetterlagen mit ausbreitungsungünstigem Luftmassentransport aus emissionsstarken Gebieten. Dadurch wird die Entwicklung der landesweiten PM10-Schwebstaub-Belastung in den nächsten Jahren wesentlich von meteorologischen Einflüssen (vor allem Häufigkeit von Hochdruckwetterlagen mit PM10-Ferntransport) sowie von Fortschritten bei der Emissionsminderung von Feinstaub und seinen gasförmigen Vorläufern NO<sub>x</sub> und SO<sub>2</sub> in den benachbarten neuen EU-Mitgliedsländern abhängig sein.

### • Inhaltsstoffe des PM10-Schwebstaubes

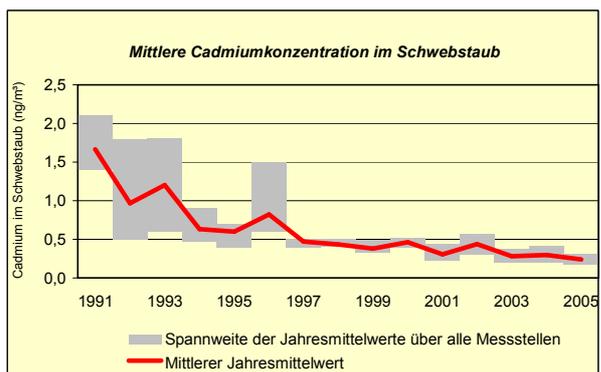
Die Reduzierung der **Blei**belastung kann als **luft-hygienische Erfolgsgeschichte angesehen werden** (Hauptgrund ist die flächendeckende Einführung des bleifreien Benzins in Deutschland ab 1997 (Abb.)). **Der ab dem Jahr 2005 geltende Jahresmittelgrenzwert der 22. BImSchV von 0,5 µg/m³ wurde im Übrigen sogar schon 1991 an allen brandenburgischen Messstellen eingehalten.**



Derzeit besteht keine Gefahr, den nun einzuhaltenden Arsen-Jahresmittel-Zielwert der 4. Tochterrichtlinie zur EU-Rahmenrichtlinie Luftqualität [7] von  $6 \text{ ng/m}^3$  zu überschreiten und das geringe aktuelle Konzentrationsniveau bleibt mit Sicherheit erhalten.

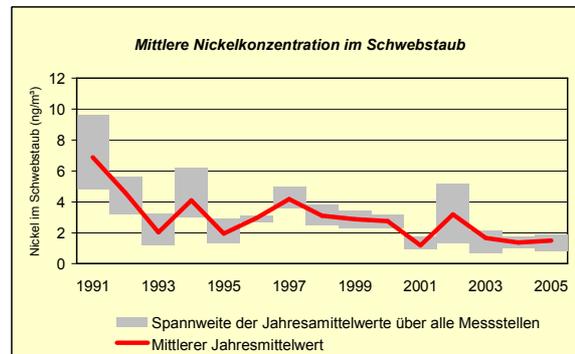


Der ab 2010 einzuhaltende Cadmium-Zielwert der 4. Tochterrichtlinie von  $5 \text{ ng/m}^3$  wird um mehr als eine Größenordnung unterboten.

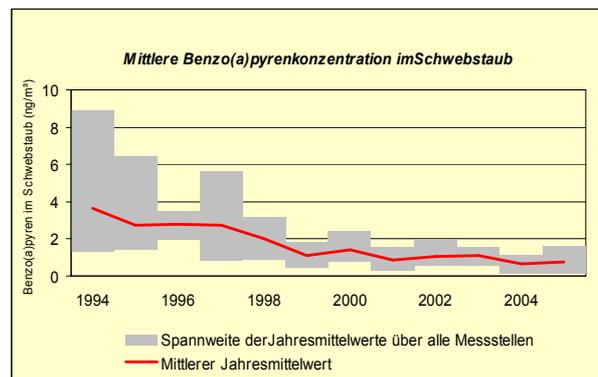


Die Nickel-Konzentrationen erreichten schon während der strukturellen Umbrüche in der brandenburgischen Industrie **1993 ein sehr niedriges Immissionsniveau ( $2 - 4 \text{ ng/m}^3$ )**, das erst in den letzten Jahren zu einer weiteren Reduzierung auf  $1 - 2 \text{ ng/m}^3$  im Jahresmittel tendierte. Mitte der 1990er Jahre bestand noch ein erheblicher Einfluss braunkohlegefeuerter Einzelheizungen und zudem existier-

ten auch relativ hohe spezifische Kfz-Emissionen. So kam es punktuell in verkehrsreichen innerstädtischen Altbaugebieten bei einem Brandenburg-Mittel von  $3 - 4 \text{ ng/m}^3$  (JMW) zu Spitzenwerten von fast  $9 \text{ ng/m}^3$  im Jahresmittel.



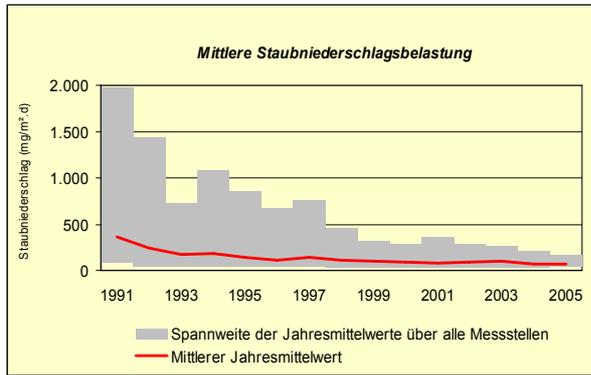
Mit dem weitgehenden Einsatz von Gas- und Öl-Heizungen sowie den Fortschritten bei der motorischen Verbrennung sank der Benzo-a-pyren (B(a)P)-Pegel in Brandenburg Ende der 1990er Jahre rasch auf etwa  $1 \text{ ng/m}^3$ .



### • Staubniederschlag

Angesichts des massiven Rückgangs der eher punktuell auftretenden Ablagerung von Grobstaub aus Industrieanlagen und Hausbrand in den 1990er Jahren konnte das Staubniederschlagsmessnetz erheblich reduziert werden. Seit 1999 traten im Grunde keine Überschreitungen des TA Luft-Immissionswertes von  $350 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$  im Jahresmittel mehr auf (Abb.).

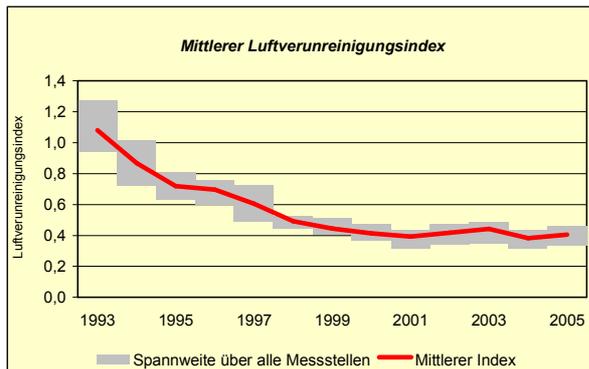
Das brandenburgweite Mittel liegt seitdem quasi-konstant bei  $70 - 90 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$  und dürfte das zu erwartende Minimalniveau inzwischen erreicht haben. Hieran könnte nur ein massiver Einsatz technisch unausgereifter oder unzureichend bedienter Holzfeuerungen etwas ändern.



### • Luftverunreinigungsindex

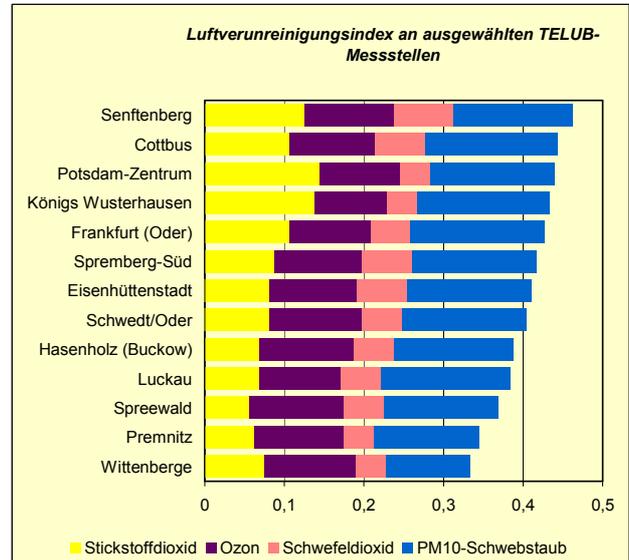
Als Kennzeichen für die Dauerbelastung durch mehrere gleichzeitig einwirkende Luftverunreinigungen verwendet das LUA Brandenburg seit langem einen Index, der auf den jeweils aktuellen Grenzwerten für den Jahresmittelwert (hier: SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM10-Schwebstaub gemäß 22. BImSchV) sowie in Übereinstimmung mit der Praxis anderer Bundesländer für Ozon auf dem Zielwert der gleitenden 8h-Mittelung von 120 µg/m<sup>3</sup> (33. BImSchV) beruht.

Die so kompakt in einer Kenngröße analysierte landesweite Immissionsituation zeigt seit 1993 eine signifikante Belastungsabnahme von Werten über 1,0 (gleichzusetzen mit einer nahezu flächendeckenden Überschreitung heutiger Grenzwerte im Zusammenwirken mehrerer Luftschadstoffkomponenten) auf 0,4 im Jahr 2001 (Abb.). Seitdem hatte sich zumindest zwischenzeitlich bis 2003 eine meteorologisch bedingte leichte Erhöhung auf 0,42 eingestellt, die in gleichen Anteilen verstärkten PM10-Schwebstaub- und O<sub>3</sub>-Immissionen zuzuschreiben war.



Nach einer bundesweit angewandten Klassifikation können Indexwerte zwischen 0,25 und 0,50 einer mittleren Belastungsstufe zugeordnet werden. Dieser generelle Belastungsrückgang dokumentiert in kompakter Form anschaulich (auch anhand der deutlich reduzierten Index-Spannweiten) die flächendeckenden Verbesserungen der Luftqualität in Brandenburg an ausgewählten TELUB-Messstellen. Im Detail vermittelt die Abbildung des Index an ausgewählten TELUB-Messstellen, dass die aktuelle Immissionsituation im Norden des Landes (und selbstver-

ständlich in den wenig belasteten Naturräumen) noch erkennbar besser als in Süd- und Ostbrandenburg sowie im berlinnahen Raum ist. Allerdings beträgt der Unterschied zwischen Senftenberg und Wittenberge nur 0,13 Indexpunkte und belässt alle Orte in derselben Luftqualitätskategorie.



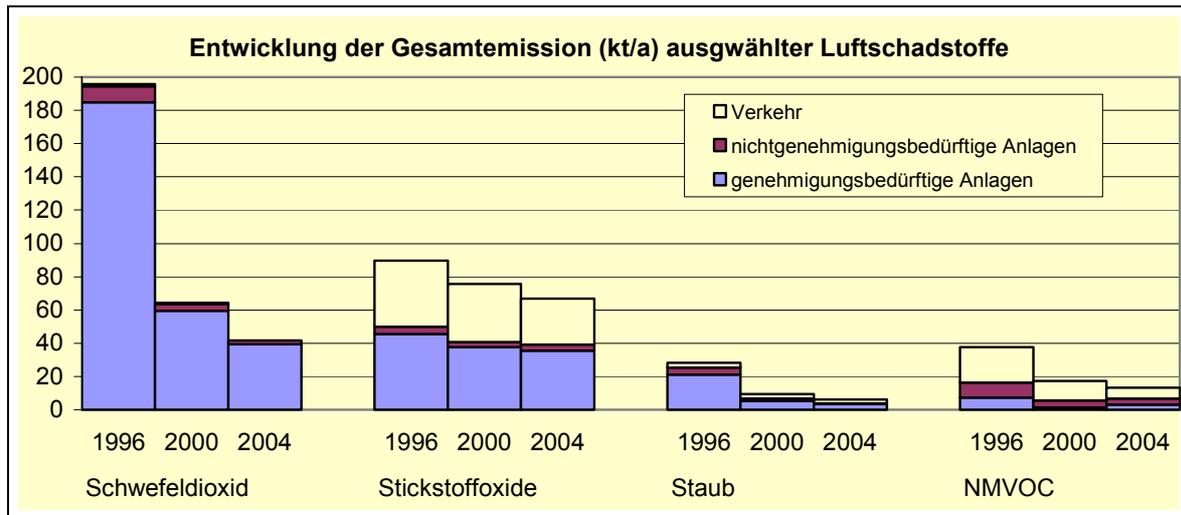
## 1.4 Stand und Entwicklung der Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe

Die Emissionen der „klassischen“ Luftschadstoffe Schwefeldioxid, Stickstoffoxide und Staub befinden sich im Land Brandenburg seit der Jahrtausendwende etwa auf dem Niveau der Altbundesländer. Trotz der erreichten Fortschritte beim Rückgang der Belastung der Luft mit diesen Schadstoffen gilt es zunehmend Maßnahmen zu realisieren, die die Auswirkungen von Treibhausgasen, versauernden und eutrophierenden Schadstoffen und Ozonvorläufer-substanzen, Schwermetallen und persistenten organischen Schadstoffen eindämmen und die Belastung der Luft mit feinen Stäuben, die ein hohes Risiko für Leben und Gesundheit bergen, wirkungsvoll zu vermindern.

Die Bundesregierung hat 2003 ein nationales Programm zur Einhaltung der in der RL 2001/81/EG (NEC-RL) festgelegten nationalen Emissionshöchstmengen bis 2010 zur schrittweisen Verminderung der Luftbelastung in Europa bis zur Einhaltung der so genannten kritischen Belastungswerte für Versauerung und Eutrophierung von Ökosystemen und bodennahe Ozon vorgelegt.

Die NEC-Richtlinie begrenzt die jährlichen nationalen Gesamtfrachten auf 520 kt SO<sub>2</sub>, 1051 kt NO<sub>x</sub>, 550 kt NH<sub>3</sub> und 995 kt flüchtige Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe (NMVOC), die ab 2010 nicht mehr überschritten werden dürfen.

<b>Emissionen 2004 nach Emittentengruppen (kt/a)</b>						
	Schwefeldioxid	Staub	davon Feinstaub (PM10)	Stickstoffoxide	Ammoniak	Flüchtige Nichtmethan Kohlenwasserstoffe
Genehmigungsbedürftige Anlagen	39,5	3,5	2,4	35,5	2	3,1
Nicht genehmigungsbedürftige Anlagen	2,3	0,2	0,2	3,7	k. A.	3,6
Verkehr	0	2,4	2,4	27,6	0,4	6,7
<b>Brandenburg gesamt</b>	<b>41,8</b>	<b>6,1</b>	<b>5</b>	<b>66,8</b>	<b>2,4</b>	<b>13,4</b>



Im Jahr **2004** ist im Vergleich zu 2000 im Land Brandenburg die **SO<sub>2</sub>-Emission um 35 %** und die **Staubemission um 32 % gesunken**.

Die PM10-Emission betrug 2004 5 kt. Die NO<sub>x</sub>-Emission verminderte sich um 12 %, wobei der Verkehr den größten Beitrag zur Emissionssenkung lieferte. Die vergleichsweise hohe Senkung der SO<sub>2</sub>-Emission wurde durch die Außerbetriebnahme alter Kraftwerkskapazität 2001 bei schrittweise Inbetriebnahme eines neuen Industriekraftwerkes (seit 1999) in Schwedt /Oder bewirkt.

Die Ammoniakemissionen, die fast ausschließlich aus landwirtschaftlichen Aktivitäten stammen, lagen 2004 bei 2 kt. Die Daten von 2000 wurden nachträglich und auf anderer Berechnungsgrundlage korrigiert und sind somit mit früheren und den aktuellen nicht unmittelbar vergleichbar. Die Emissionen aus der Landwirtschaft insgesamt sind erfassungsbedingt höher als angegeben, da zahlreiche Tierhaltungsanlagen infolge Anhebung der Leistungsgrenzen in der 4. BImSchV im Jahr 2000 nicht genehmigungsbedürftig und damit auch nicht erklärungs-pflichtig waren.

Bei den Emissionen von NMVOC ist in der Bundesrepublik die **Anwendung von Lösemitteln** und lösemittelhaltigen Produkten nach dem starken Rückgang dieser Emissionen aus dem Verkehr durch die Einführung des Katalysators die **Hauptemissionsquelle** geworden. Von der Verordnung zur Begrenzung der

Emission flüchtiger organischer Verbindungen bei der Verwendung organischer Lösemittel in bestimmten Anlagen (31.BImSchV) vom 25. August 2001, die europäische Vorgaben (RL 1999/13/EG) in deutsches Recht umsetzt, sind Anlagen betroffen, in denen der Lösemittelverbrauch bestimmte Schwellenwerte überschreitet. Neuanlagen müssen die Anforderungen ab Inbetriebnahme erfüllen, Altanlagen müssen die Anforderungen bis spätestens 31. Oktober 2007 einhalten. Von der Verordnung sind auch zahlreiche kleine und mittlere Anlagen erfasst, für die es zuvor keine besonderen Anforderungen zur Begrenzung der Kohlenwasserstoffemission gab.

Die NMVOC-Emissionen werden derzeit in Brandenburg mit 13,4 kt ausgewiesen. Hier stellt der **Verkehr** nach der Datenlage noch die **größte Quellgruppe**. Es muss allerdings angenommen werden, dass bisherige Abschätzungen der Gruppe der immissions-schutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen zu gering ausfielen. Basis für die **Berechnung der verkehrsbedingten Emissionen** sind die Fahrleistungsabschätzung für das Land Brandenburg sowie die sich jährlich verändernden Emissionsfaktoren der Kfz je nach Emissionsminderungsstandard.

Gab es von 1996 bis 2000 noch eine Zunahme in der **Jahresfahrleistung**, so ist diese von **2000 bis 2004 leicht rückläufig** gewesen. Die Durchdringung der Fahrzeugflotte mit Kfz, die der Abgasnorm Euro 2 und Euro 3 genügen, führte deshalb von 2000 bis 2004 zu einem Rückgang bei den NO<sub>x</sub>-Emissionen

um 21 % bzw. bei den **NM VOC um 43 %**. Die verbrennungsbedingten **Partikelemissionen** reduzierten sich in diesem Zeitraum **um 22 %**. Der zunehmende Bestand an Diesel-Pkw führte zu dieser leicht gedämpften Entwicklung. Die Partikelemissionen, die durch Aufwirbelungs- und Abriebprozesse entstehen, sanken nur leicht in Analogie zur Fahrleistungsentwicklung.

Es ergab sich von 2000 bis 2004 bei den Partikelemissionen insgesamt eine Reduzierung um 10 %. Die Emissionen von SO<sub>2</sub> sind durch die Betankung der Kfz mit schwefelarmem Kraftstoff, gemessen an den Beiträgen anderer Quellen, zu vernachlässigen.

Im **Gebäudebereich** wird ein **großes Energieeinsparpotential** zur Erreichung von Klimaschutzzieleen gesehen. Für Heizung und Warmwasserbereitung wird im bestehenden Wohnungsbestand fast dreimal soviel Energie verbraucht, als nach der Energieeinsparverordnung (EnEV) für Neubauten vorgeschrieben ist. Neben der Energieeinspargesetzgebung und der Förderung des Einsatzes von erneuerbaren Energien ist vor allem die Förderung energetischer Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand insbesondere ab 1. Februar 2006 weiter verbessert worden. Die Vergünstigungen betreffen Wohnraumsanierungs- und -modernisierungsprogramme sowie „Ökologische Neubauprogramme“.

Im Zeitraum **2000 bis 2004** wird von einem **weiteren Rückgang des Kohleeinsatzes** als überwiegend verwendete Energieart zur Beheizung eines Gebäudes ausgegangen. In den noch verbliebenen Festbrennstoffheizungen ist **jedoch** von einer **starken Zunahme des Holzeinsatzes auszugehen, wie auch von einem Anstieg des Verbrauchs von Holzbrennstoffen zur Verfeuerung in Kaminen, Kaminöfen und Heizkesseln** (Pelletfeuerung, Hackgutfeuerung, Stückholzkessel). Diese gelten als **Hauptquelle für staubförmige Emissionen im Kleinf Feuerungsanlagenbereich**. Hinsichtlich des verstärkten Einsatzes von nachwachsenden Rohstoffen kommt der Feinstaubbegrenzung in der 1. BImSchV besondere Bedeutung zu.

## 1.5 Luftreinhalteplanung in Brandenburg

**Luftreinhalteplanung in Deutschland** und damit auch im Land Brandenburg fußt im Wesentlichen auf der direkten **Umsetzung der EG-Luftqualitätsrichtlinien**. Das **Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)** [1] regelt in den §§ 40 ff. insbesondere die Aufstellung von Luftreinhalte- und Aktionsplänen (§ 47 BImSchG) und definiert Verwaltungsgrundsätze in Bezug auf den Umgang mit der Schadstoffquelle Straßenverkehr (§ 40 BImSchG). Die 22. Verordnung zur Durchführung des BImSchG (**22. BImSchV**) **beinhaltet die neuen EU-Grenzwerte** [8]. Mit der so genannten Luftqualitätsrahmenrichtlinie 96/62/EG [10] und ihren inzwischen vier „Tochterrichtlinien“ [11] wurde das bis 1996 teilweise zersplitterte EG-Luftreinhalterecht systematisiert und harmonisiert. Die

neuen EG-Luftqualitätsrichtlinien sind begrifflich und inhaltlich eng aufeinander abgestimmt; die Regelungsgegenstände folgen einem in der Rahmenrichtlinie festgelegten Arbeitsprogramm, das die neuen Erkenntnisse der WHO aus der Wirkungsforschung weitestgehend berücksichtigt. **Leitgedanke** ist dabei, die Luftqualität dort zu verbessern, wo es erforderlich ist, und eine Verschlechterung zu vermeiden, wo die Luftqualität bereits als gut zu bezeichnen ist.

Hervorzuheben ist, dass das neue Luftreinhalterecht **schärfere Anforderungen als bislang** stellt: Die Immissionsgrenzwerte beziehen sich auch auf kürzere Zeiträume (mit ihren Spitzenbelastungen bis hinab zu einer Stunde) und die Wirkung von Schadstoffen wird stärker berücksichtigt, **z.B. über den Einbezug feiner Schwebstaubpartikel (PM10)**. Die Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden 2005 (PM10) bzw. 2010 (z.B. Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub>) wirksam und waren bzw. sind mit bis 31.12.2004 bzw. 31.12.2009 jährlich abschmelzenden Toleranzmargen gekoppelt, die die Auswirkungen für die Übergangszeit abfedern sollen. Nach dem Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes vom Mai 2004 sind diese Immissionsgrenzwerte in maßgeblicher Weise kleinräumig (200 m<sup>2</sup> Flächenrepräsentanz bei straßenverkehrsbedingten Spitzenbelastungen) einzuhalten.

### • Ausgangssituation bei der Erstellung von Luftreinhalteplänen und Aktionsplänen in Brandenburg

Nach der Novellierung des BImSchG und der 22. BImSchV liegen inzwischen **gesicherte Erkenntnisse zur richtlinienkonformen Beurteilung der Luftqualität** und Erfahrungen aus dem Vollzug des § 47 BImSchG **im Land Brandenburg** vor [12]. Ausgehend von der durch das LUA erarbeiteten Beurteilung der Luftqualität ist festzustellen, dass in **drei Städten Brandenburgs Luftreinhaltepläne (LRP)** gemäß § 47 (1) BImSchG notwendig wurden bzw. sind und aktuell **zusätzliche zehn Aktionspläne (AP)** gemäß § 47 (2) BImSchG schrittweise aufzustellen sein werden.

Auslösende **Überschreitungen** von Immissionsgrenzwerten der 22. BImSchV sind im Wesentlichen **PM10-Schwebstaub-Tagesmittelwerte (TMW) > 60 µg/m<sup>3</sup> (2003) bzw. > 50 µg/m<sup>3</sup> (ab 2005)** oberhalb der zugelassenen Überschreitungshäufigkeit von 35 Tagen.

Hauptanteile bei Situationen mit erhöhter PM10-Immission (TMW > 50 µg/m<sup>3</sup>) stellen die großräumige mitteleuropäische Belastung, die in erheblichen Maße aus internationalen Feinstaub-Langstreckentransporten bei ungünstigen meteorologischen Ausbreitungsbedingungen (Inversionswetterlagen) gespeist wird, und verkehrsbezogene Anteile dar. Die großräumige Hintergrundbelastung wird verstärkt durch die nationalen PM10-Emissionen aus Industrie und Landwirtschaft und erreicht selbst an den verkehrs-exponierten Messstellen um die 50 %. Der abge-

geschätzte verkehrsbedingte Immissionsanteil aus der Immission der betroffenen Straße liegt zwischen 25 und 45 %. Wirksame Maßnahmen zur PM10-Minderung müssen daher sowohl lokal, regional als auch deutschland- und EU-weit ergriffen werden.

Ohne die punktuelle Wirkung anderer Emittenten auszuschließen, ist die Hauptursache für die PM10-Kurzzeitgrenzwert-Überschreitungen in den brandenburgischen Innenstädten dem motorisierten Straßenverkehr zuzuschreiben.

Maßnahmen im Straßenverkehr werden deshalb in den derzeit erarbeiteten LRP und AP eine zentrale Rolle spielen. Dabei werden mittels eines im LUA entwickelten Screening-Verfahrens [13] nicht nur Städte mit messtechnisch nachgewiesener Grenzwertüberschreitung erfasst, sondern auch Kommunen (> 5.000 Einwohner) mit einer wahrscheinlich zu erwartenden Anzahl von mehr als 35 TMW > 50 µg/m<sup>3</sup> pro Jahr an den Punkten höchster Immissionsbelastung.

#### • **Planerischer Ansatz für die Umsetzung des § 47 BImSchG in Brandenburg**

In Übereinstimmung mit bundesweit koordinierten Überlegungen zur Gestaltung von Maßnahmeplänen [14] geht das Land Brandenburg von einer weitgehenden **Ähnlichkeit der für Luftreinhaltepläne einerseits und Aktionspläne andererseits zu ergreifenden Maßnahmen** aus. Es ist auf solche Maßnahmen zu orientieren, die zwar aufgrund der planerischen, technischen und finanziellen Vorbereitung eher langfristig umzusetzen sind, aber zumindest kurzfristig schrittweise realisierbar erscheinen und zur dauerhaften Grenzwertunterschreitung in problematischen Bereichen führen. Die in Aktionspläne übergehenden Luftreinhaltepläne von 2006 werden deshalb wie die künftigen Aktionspläne selbst (Potsdam, Brandenburg an der Havel und Eberswalde; voraussichtlich weitere sieben Städte in den Folgejahren) den Charakter von Stufenplänen besitzen.

Die unmittelbaren Anforderungen des Immissionschutzrechtes sollen sich in Umweltentlastungskonzepten und umweltverbessernde Planungen der Kommunen integrieren lassen. Insbesondere sind die **Umweltplanungen zur Lärminderung und zur Luftreinhaltung** – soweit dies möglich und sinnvoll ist – miteinander zu verzahnen. Dadurch werden erhebliche Kostenreduzierungen – vor allem mit der ab 2008 beginnenden Aufstellung von Aktionsplänen zur Umsetzung der EG-Umgebungslärmrichtlinie – erwartet, und es wird weiter dem Ansatz einer integrierten Betrachtung der Immissionsminderung gefolgt.

Die **Maßnahmen zur Luftqualitätsverbesserung** werden vom MLUV und LUA gemeinsam mit den Kommunen sowie den für den Straßenverkehr zuständigen Stellen festgelegt. Der Regelfall ist die kombinierte Anwendung mehrerer Maßnahmen bis hin zu flächenhaften Verkehrsplanungen. Gerade bei dem Erfordernis, größere verkehrsplanerische, technische und bauliche Maßnahmen in geeigneter Weise

miteinander zu verbinden, ist eine **Planungstätigkeit** im engeren Sinne (kommunale Fachpläne, wie z. B. Verkehrsentwicklungspläne einschließlich Wirkungsanalyse geplanter Maßnahmen) im Benehmen mit den betroffenen Kommunen und Verkehrsbehörden zwingend notwendig. Grundsätzlich wird darauf orientiert, unter Berücksichtigung des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes zunächst verkehrsplanerische und verkehrslenkende Maßnahmen zu ergreifen, bevor der Kfz-Verkehr massiv beschränkt oder verboten wird.

Es ist darauf hinzuweisen, dass gerade bei den relativ kleinen brandenburgischen Städten, die massiv vom überregionalen Durchfahrtsverkehr betroffen sind, der **Neubau von Umgehungsstraßen** in Kombination mit einem Rückbau der ehemaligen Ortsdurchfahrten zu spürbaren Entlastungen führen kann [15].

#### • **Aktionspläne als Instrument der Luftreinhalteplanung ab 2005 [16]**

- Notwendigkeiten

Basierend auf der vom LUA Brandenburg durchgeführten Beurteilung der Luftqualität ist davon auszugehen, dass in brandenburgischen Ober- und Mittelzentren sowie weiteren Kommunen über 5.000 Einwohner **ab dem Jahr 2005** weiterhin Überschreitungen des Kurzzeit-Grenzwertes der PM10-Schwebstaub-Immission gemäß 22. BImSchV auftreten (d.h. mehr als 35 Überschreitungen des TMW von 50 µg/m<sup>3</sup> im Kalenderjahr). **Nach § 47 (2) BImSchG** sind in den betroffenen Gebieten wegen der Gefahr der Grenzwert-Überschreitung **Aktionspläne aufzustellen**. In AP werden möglichst kurzfristig zu ergreifende Maßnahmen festgelegt. Als Handlungsplan städtischer Stellen verpflichtet er die Zuständigen den Plan umzusetzen, was über Eingriffe, Förderungen, Empfehlungen, vertragliche Lösungen und Planungen geschehen kann.

Grundsätzlich kommen als Verursacher der PM10-Immissionsbelastung der Verkehr, die Industrie, das Gewerbe und öffentliche Einrichtungen, private Haushaltsfeuerungen sowie die Landwirtschaft infrage. Als **Hauptursache** ist deutschlandweit der **motorisierte Straßenverkehr in den Innenstädten** anzusehen; die punktuelle Wirkung anderer Quellen ist jedoch in jedem Einzelfall zu prüfen. Die höchsten PM10-Immissionen sind an **stark befahrenen Innerorts-Straßen mit beidseitig weitgehend geschlossener Bebauung** zu erwarten. Deshalb hatte das LUA einen Kriterienkatalog erarbeitet, um in Abhängigkeit von Einwohnerzahl der Gemeinde, durchschnittlichem täglichem Verkehrsaufkommen, Schwerverkehrsaufkommen und Straßenrandbebauung in einem Screening-Verfahren die Orte höchster erwarteter Belastung zu identifizieren, da repräsentative 1-Jahresimmissionsmessungen nur schrittweise vorgenommen werden können.

Der Spielraum für PM10-immissionsmindernde Maßnahmen lokalen und regionalen Charakters ist relativ begrenzt, da PM10-Ferneintrag (einschließlich aus

gasförmigen Vorläufer-Luftschadstoffen entstandenen Sulfaten und Nitraten) einen hohen Anteil der innerstädtischen PM10-Konzentrationen ausmacht. Trotzdem muss der vorhandene lokale Spielraum verantwortungsbewusst genutzt werden.

- Zuständigkeiten

Entsprechend der **Immissionsschutzverordnung Brandenburg** ist das **MLUV** für die Aufstellung von Luftreinhalteplänen – und damit auch von Aktionsplänen – zuständig. Durch ministeriellen Erlass ist die Federführung für diese Aufgabe dem **LUA** übertragen worden. In jeder betroffenen Kommune wird eine begleitende **Arbeitsgruppe** eingerichtet, in der seitens der Stadtverwaltung die Fachgebiete Umwelt (federführend), Stadtentwicklung, Stadtplanung (Verkehrsplanung), Tief- und Straßenbauamt und die untere Straßenverkehrsbehörde beteiligt sind. Gemeinsam werden die erforderlichen Maßnahmen von MLUV, LUA, Stadt und externem Planer festgelegt.

Dieses Vorgehen, das die Kommunen fachlich und finanziell entlastet, garantiert auch ein **landesweit einheitliches Vorgehen**. So sind wesentliche Aufgaben, wie z.B. die Beurteilung der Immissionsituationen, die Feststellung von Orten mit Grenzwertüberschreitungen und die Analyse relevanter Quellen ohnehin nur durch die zuständige Landesfachbehörde in der vom Gesetzgeber geforderten Tiefe und Genauigkeit landesweit einheitlich vorzunehmen bzw. ist bei der Einbeziehung externer Sachverständiger die Qualitätssicherung zu betreiben.

Für die zu ergreifenden Maßnahmen sind – nicht zuletzt aus Kostengründen – die verkehrlichen Notwendigkeiten sowie wichtige städtebauliche, wirtschaftliche und soziale Belange bereits bei der Aufstellung der Pläne angemessen zu berücksichtigen. Nach Aufstellung des Aktionsplanes sind dessen Festlegungen für die öffentliche Hand verpflichtend.

Ergänzend ist festzuhalten, dass in Gebieten mit Immissionsbelastungen unterhalb der Grenzwerte der 22. BImSchV die bestmögliche Luftqualität in Einklang mit der Strategie einer dauerhaften und umweltgerechten Entwicklung (§ 50 BImSchG) zu erhalten ist. Deshalb verbieten sich auch kleinteilige straßenverkehrliche „Problemlösungen“ zur Unterbietung von Grenzwerten, die über Verdrängungseffekte die hohe Immissionsbelastung nur verlagern. **Für Brandenburg haben integrierte planerische Ansätze** für Luftreinhaltung/Lärminderung/Verkehrsentwicklung, die das Stadtgebiet als Ganzes betrachten, **Vorrang**.

- Maßnahmenkatalog zur Reduzierung der PM10-Schwebstaubbelastung

Die Aktionsplan(AP)-Maßnahmen müssen geeignet sein, die Gefahr der Grenzwert-Überschreitung erheblich zu reduzieren oder die Überschreitungsdauer deutlich zu verkürzen (§ 47 (2) BImSchG). Die Maßnahmen müssen auch so lange wirksam bleiben, wie die Gefahr der Grenzwert-Überschreitung – ohne die entsprechend ergriffenen Maßnahmen – fortbesteht. Insofern zeigt sich hier ein deutlicher Unterschied zu

den zeitlich befristeten und an austauschbare Wetterlagen von wenigen Tagen Dauer gebundenen Maßnahmen im Zusammenhang mit früheren Wintersmogsituationen. Es erscheint uns sinnvoll, **auch solche Maßnahmen in Aktionspläne zu integrieren, die zwar erst langfristig umsetzbar, dafür in einem Stufenprozess sehr schnell begonnen werden können**. Basis aller im AP abzuleitenden immissionsmindernden Aktivitäten hinsichtlich PM10-Schwebstaub sind Emissionserhebungen für das vorgesehene Gebiet (§ 46 BImSchG), das im Wesentlichen durch die Gemeindegrenze definiert wird und den eigentlichen lokalen Bereich mit Grenzüberschreitung umschließt. Beim Erstellen des AP ist folgendes zu berücksichtigen:

- Festlegung der Maßnahmen anteilig gegenüber allen Emittenten entsprechend ihrem Emissionsanteil, der zur Grenzwertüberschreitung beiträgt (§ 47 (4) BImSchG),
- Abschätzung/Quantifizierung der zu erwartenden Immissionsminderung,
- Beteiligung der Öffentlichkeit und der Verursacher bei der Maßnahmenplanung (§ 47 (5) BImSchG).

Beim Kfz-Verkehr ist zu berücksichtigen, dass er nicht nur direkte Abgasemissionen von spezifischen Partikeln (u. a. Ruß) von Diesel-Kfz sowie von unspezifischen Partikeln von Kfz mit Otto-Motoren (u. a. Altfahrzeuge ohne Katalysator) hervorruft, sondern auch Verursacher von Staubaufwirbelungen und Abrieb (Straße, Bremsen, Kupplungsbeläge, Reifen) ist. **Insgesamt muss das größere Minderungspotential stets die Maßnahmenauswahl bestimmen**, wobei Maßnahmenkombinationen zu prüfen sind. Ausgehend von wenigen und leicht überwachbaren Maßnahmen ist im Straßenverkehr ein hoher Befolgungsgrad notwendig. Die Maßnahmen sind beizubehalten, bis sichergestellt ist, dass die Gefahr der Grenzüberschreitung mit hoher Wahrscheinlichkeit auf Dauer ausgeschlossen werden kann. Dabei ist eine sorgfältige messtechnische Überwachung als Erfolgskontrolle unumgänglich.

#### • Vorteil einer kombinierten Luftreinhalte- und Lärminderungsplanung

Das LUA hat die Beurteilung der Luftqualität für das Land Brandenburg unter Berücksichtigung vorliegender Messungen, Modellrechnungen und ergänzender statistischer Berechnungen nach einem auf brandenburgische Verhältnisse angepassten aufwandsreduzierten Verfahren durchgeführt. Für die in diesem Screening-Verfahren identifizierten Straßenabschnitte in brandenburgischen Städten, in denen eine Überschreitung des Kurzzeitgrenzwertes für PM10-Schwebstaub zu erwarten ist, hat das LUA auch die Verkehrslärmbelastung untersucht, soweit vom LUA ausgefertigte Schallimmissionspläne vorlagen.

Das Ergebnis ist eindeutig: **Die Straßenabschnitte mit starker PM10-Belastung sind auch stark lärm-belastet**. Es kann also auch kleinräumig von einem engen Zusammenhang von notwendiger Lärm- und Luftschadstoffminderung ausgegangen werden. Ins-

gesamt gesehen, sprechen gewichtige Gründe dafür, **Luftreinhalteplanung und Lärminderungsplanung im Zusammenhang zu gestalten** [17].

## 1.6 Stand der Umsetzung von drei Luftreinhalteplänen in Brandenburg

Seit dem 01.01.2005 sind die Grenzwerte der 22. BImSchV [8] für PM10-Schwebstaub verbindlich. Der Handlungsbedarf für die Aufstellung von Luftreinhalteplänen in Brandenburg ergab sich auf der Grundlage der Richtlinie 1999/30/EG [11] und des § 47 BImSchG [1] aus den gemessenen Überschreitungen des Kurzzeitgrenzwertes (Tagesmittelwert) für PM10-Schwebstaub im Kalenderjahr 2003. Zu diesem Zeitpunkt betrug der zulässige Tagesgrenzwert (Grenzwert plus Toleranzmarge)  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Seit 2005 gilt der Kurzzeitgrenzwert von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , der im Kalenderjahr weiterhin maximal 35-mal überschritten werden darf. Der gültige Jahresmittelwert (Langzeitwert über ein Kalenderjahr) liegt seit 2005 bei  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### • Umfang und Vorgehensweise

Überschreitungen des Kurzzeitgrenzwertes wurden im Jahre 2003 in Cottbus, Frankfurt (Oder) und Bernau an verkehrsnahen Messstellen des Luftgütemessnetzes des Landesumweltamtes gemessen.

Für die drei genannten Städte wurde im Oktober 2004 im Auftrag des MLUV als zuständiger Landesbehörde durch externe Verkehrsplanungsbüros unter fachlicher und organisatorischer Begleitung einer LUA-internen Arbeitsgruppe "Stadtverträglicher Verkehr" mit der Aufstellung der Luftreinhaltepläne begonnen.

Im Rahmen der Sachstandsanalysen wurde sehr schnell erkannt, dass neben den Industrie- und Hausbrandemissionen vor allem der motorisierte Straßenverkehr als Hauptverursacher von PM10-Schwebstaub (Motoremission; Abrieb an Fahrbahn, Reifen, Bremsen und Kupplung; Aufwirbelungen von Straßenstaub) innerstädtisch infrage kommt.

Ziel der Luftreinhalteplanungen war es deshalb von Anfang an, ein Konzept zu entwickeln, das in die jeweilige städtische Planungslandschaft passt, als Teil einer umweltfreundlichen, gesamtstädtischen Verkehrsentwicklungsplanung angenommen wird und die Maßnahmen aus den Luftreinhalteplänen tatsächlich akzeptiert und zielstrebig umgesetzt werden. Die wesentlichen Aufgaben bestanden in der

- Erstellung bzw. Kalibrierung eines Verkehrsmodells zur Modellierung der Verkehrsentstehung und Verkehrsumlegung (straßenbezogene Verkehrsaufteilung),
- Berechnung der Immissionsbelastung,
- Aufstellung von Maßnahmen, die mittelfristig (2010) die sichere Einhaltung der Grenzwerte gewährleisten,

- Abschätzung der Wirkung der vorgeschlagenen Maßnahmen hinsichtlich Luftqualität, Verkehr und Lärminderung,
- Abstimmung, Diskussion und Priorisierung der vorgeschlagenen Maßnahmen.

Die Bearbeitung erfolgte in enger Abstimmung zwischen dem MLUV, den Stadtverwaltungen, dem Landesbetrieb Straßenwesen und dem Landesumweltamt.

### • Vorgeschlagene Maßnahmen und Wirkungsabschätzung

Die luftqualitätsseitige Bewertung der bereits aus zurückliegenden Planungen (insbesondere Lärminderungs- und Verkehrsentwicklungsplänen) umgesetzten Maßnahmen ergab, dass diese punktuell durchaus Verbesserungen bewirkt haben, insgesamt aber nicht zu einer sicheren Unterschreitung der Grenzwerte führen werden. Deshalb bestand in den drei Städten weiterer Handlungsbedarf zur Sicherung der Luftqualitätsanforderungen. Die Entwürfe der drei Luftreinhaltepläne zeigen insbesondere folgende Maßnahmen auf:

#### a) Verkehrsvermeidung – Vermeidung von Emissionen

Alle Konzepte zur Vermeidung von motorisierten Verkehren dienen der nachhaltigen Reduzierung von Luftschadstoffen und Lärm. Sie sollten deshalb mit hoher Priorität dauerhaft verfolgt werden. Insbesondere sollen hier eine verkehrssparsame Siedlungs- und Nutzungsstruktur (auch im Zusammenhang mit dem laufenden Stadtumbau), Maßnahmen zur Stärkung des Umweltverbundes (ÖPNV, Fuß- und Radverkehr) sowie Maßnahmen zur Dämpfung des motorisierten Individualverkehrs durch Beschränkung der Netzkapazitäten und Parkraumbewirtschaftung genannt werden. In den Luftreinhalteplanungen kommt deshalb der Förderung umweltverträglicher Verkehrsmittel mit der Schaffung attraktiver Angebote für ÖPNV-Nutzer, Radfahrer und Fußgänger eine besondere Bedeutung zu.

#### b) Verkehrslenkende Maßnahmen – Verlagerung in unsensible Bereiche

Verkehrslenkende Maßnahmen können einerseits großflächig (beispielsweise durch ein weiträumiges LKW-Führungskonzept), andererseits aber auch kleinräumig in definierten (hochbelasteten) Straßenabschnitten durch Verkehrsbeschränkungen (u. a. Fahrverbote, Umleitungen) wirksam werden.

Die Wirkung derartiger Maßnahmen wurde anhand von Umlegungsrechnungen mit dem jeweiligen Verkehrsmodell abgeschätzt. In Cottbus ergab beispielsweise die Priorisierung des Mittleren Ringes, verbunden mit dem Teilrückbau bisher stark befahrener Straßen, rechnerisch eine künftige Einhaltung des PM10-Kurzzeitgrenzwertes an Belastungsschwerpunkten.

### **c) Verstetigung des Verkehrsablaufes – Emissionsverringern**

Stetigere und langsamere Verkehrsabläufe tragen durch geringeren Abrieb, geringere Aufwirbelungen und niedrigeren Kraftstoffverbrauch stark zur Senkung verkehrsbedingter Emissionen bei.

Aufgrund der großen Unterschiede (bis Faktor 2) im Emissionsverhalten des motorisierten Verkehrs in Abhängigkeit von der Verkehrssituation sind Maßnahmen zur Verstetigung (Verflüssigung) des Verkehrs von besonderer Bedeutung. Deshalb sollte versucht werden, stadtweite Verkehrsmanagementsysteme wie etwa in Cottbus zu realisieren.

Praktisch ist jedoch nicht jede Geschwindigkeitsreduzierung sinnvoll und umsetzbar. So zeigte z. B. eine genauere Untersuchung in der Leipziger Straße in Frankfurt (Oder), dass die Entlastung um 10 – 25 % zu unzulässig hohen Mehrbelastungen (30 – 40 %) im Nebennetz führen würde.

### **d) Veränderung der Fahrbahnbeläge – Senkung von Emissionen**

Schlechte Fahrbahnbeläge tragen durch erhöhten Abrieb und Aufwirbelung sehr stark zur verkehrsbedingten Emission von PM10-Schwebstaub bei. So konnte beispielsweise im Rahmen der Muster-Luftreinhalteplanung in Nauen nachgewiesen werden, dass durch die Erneuerung einer schlechten Fahrbahnoberfläche die verkehrsbedingte Zusatzbelastung um ca. 50 % gesenkt wurde. Ebenso ist der Austausch von Pflaster durch Asphalt einzuschätzen. Auch aus Gründen des Lärmschutzes, der bei allen vorgeschlagenen Maßnahmen mit zu bewerten war, stellt der Austausch von Pflaster (Senkung des Pegels um 6 dB) eine sehr empfehlenswerte Maßnahme dar. Zu berücksichtigen sind bei der Abwägung dieser Maßnahmen jedoch auch denkmalpflegerische Aspekte.

### **e) Änderungen im Straßennetz – Verlagerung von Emissionen**

Die Maßnahmen betreffen den Umbau von Knotenpunkten zu Kreisverkehren, Kapazitätsänderungen und Streckensperrungen sowie vereinzelt den Neubau von Straßenabschnitten mit dem Ziel einer günstigeren Verkehrsverteilung und eines guten Verkehrsflusses. So konnte im Rahmen der Luftreinhalteplanung in Nauen durch den Neubau der B5 als Ortsumgehung eine Reduzierung der verkehrsbedingten Zusatzbelastung von 40 % nachgewiesen werden. In der laufenden Planung in Bernau nimmt deshalb der Bau der "südlichen Bahntangente" eine zentrale Rolle ein.

### **f) Fahrzeugtechnische Maßnahmen – Senkung von Emissionen**

Die Ausrüstung neuer bzw. Nachrüstung alter Dieselfahrzeuge mit Partikelfiltern bietet hier das größte Potential zur Emissionsminderung. Leider spielt hierbei Deutschland innerhalb der EU keine Vorreiterrolle. Auch Anfang 2006 werden noch immer nicht

alle Dieselfahrzeuge mit Partikelfiltern ausgerüstet. Auch ist die derzeitige Diskussion um die steuerliche Förderung der Umrüstung/Nachrüstung mit Partikelfiltern kontraproduktiv, da diese in Deutschland seit ca. ein Jahr die Nachrüstung blockiert.

Die Einflussnahme der Städte bezieht sich i. d. R. nur auf den kommunalen Fuhrpark und auf Unternehmen, die im Auftrag der Stadt arbeiten. Eine positive Ausnahme stellt die geförderte Umstellung der Busflotte in Frankfurt (Oder) auf Erdgas dar. Bei Ersatzbeschaffungen in den anderen Städten sollten hohe Umweltstandards gefordert werden, da zurzeit noch ein großer Anteil der Busse unterhalb der Abgasnorm Euro-2 liegt.

### **g) Sonstige Maßnahmen**

Neben den beschriebenen Maßnahmen kommen weitere Möglichkeiten in Betracht:

- Fahrbahnreinigung zur Verringerung der Aufwirbelungen,
- Eingriffe in den Gebäudebestand zur besseren Durchlüftung der Straßen,
- Befestigung unbefestigter innerstädtischer Parkflächen,
- Umstellung von Kleinfeuerungsanlagen mit festen Brennstoffen auf Gasheizung bzw. Fernwärmeanschluss,
- Auflagen für gewerbliche Emittenten.

### **• Ausblick**

Die in den drei Städten Cottbus, Frankfurt (Oder) und Bernau vorliegenden Entwürfe für Luftreinhaltepläne zeigen, mit welchen Maßnahmen eine sichere und dauerhafte Einhaltung der Grenzwerte für PM10-Schwebstaub gewährleistet werden kann. Sie zeigen auch, dass eine sofortige, kurzfristig auf 2006 ausgerichtete Planung die Einhaltung der Grenzwerte für PM10-Schwebstaub nicht realisieren kann. Deshalb wurde für die Maßnahmenplanung ein mittelfristiger Zeithorizont, das Jahr 2010, betrachtet.

Diesem Ansatz trägt die EU in ihren neuesten Überlegungen zur Revision der bisherigen Luftqualitätsrichtlinien auch Rechnung, indem sie für die Einhaltung der Grenzwerte eine Karenzzeit bis 2010 einräumt, wenn bis dahin alle sinnvollen kurzfristigen Maßnahmen im Rahmen von Aktionsplänen realisiert worden sind. Damit wird im Sinne einer planerischen Bearbeitung das anstehende Problem gelöst. Die weiteren Schritte im Rahmen der laufenden Luftreinhalteplanungen wurden im 1. Quartal 2006 mit Beteiligung der städtischen Ausschüsse und Bürgerbeteiligung abgeschlossen. Nach Prüfung und Wertung der Anregungen und Einsprüche werden die überarbeiteten Luftreinhaltepläne den Stadtverordneten Mitte 2006 zur Fassung eines Selbstbindungs- bzw. Grundsatzbeschlusses vorgelegt und öffentlich bekannt gemacht.

## Literatur

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) vom 15. März 1974 (BGBl. I/74, S. 721, 1193), Neufassung – Bekanntgabe vom 26. September 2002 (BGBl. I, S. 3830), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 25. Juni 2005 (BGBl. I, S. 1865)
- [2] Landesumweltamt Brandenburg (Hrsg.): Umweltdaten aus Brandenburg – Bericht 2003, S. 182/183; Potsdam (2003)
- [3] Deutscher Wetterdienst: Pressemitteilung vom 30.12.2005
- [4] Deutscher Wetterdienst: Witterungsreport –express–, Nr. 1-12/2005, 7. Jahrgang, Verlag: Deutscher Wetterdienst
- [5] Landesumweltamt Brandenburg (Hrsg.): Umweltdaten aus Brandenburg – Bericht 2004, S. 182/183; Potsdam (2004)
- [6] KÜHNE, M.: Analyse erhöhter Schwebstaubimmissionen in Brandenburg; in: Landesumweltamt Brandenburg (Hrsg.): Umweltdaten aus Brandenburg – Bericht 2004; S. 165 – 168, Potsdam (2004)
- [7] Richtlinie 2004/107/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 15.12.2004 über Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft (4. Tochterrichtlinie) (ABl. EG Nr. L 23, S. 3)
- [8] Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes - Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft (22. BImSchV) vom 11.09.2002 (BGBl. I, S. 3626), geändert durch Verordnung vom 13.07.2004 (BGBl. I, S. 1612)
- [9] Dreiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Minderung von Sommersmog, Versauerung und Nährstoffeinträgen - 33. BImSchV) vom 13.07.2004 (BGBl. I, S. 1612)
- [10] Richtlinie 96/62/EG des Rates vom 27.09.1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität (ABl. EG Nr. L 296, S. 55)
- [11] Richtlinie 1999/30/EG vom 22.04.1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickoxide, Partikel und Blei in der Luft (ABl. EG Nr. L 163, S. 41)  
Richtlinie 2000/69/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 16.11.2000 über Benzol und Kohlenmonoxid in der Luft (ABl. EG Nr. L 313, S. 12)  
Richtlinie 2002/3/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 12.02.2002 über den Ozongehalt in der Luft (ABl. EG Nr. L 67, S. 14)  
Richtlinie 2004/107/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 15.12.2004 über Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft (ABl. EG Nr. L 23, S. 3)
- [12] JONAS, H.; FRIEDRICH, U.: Stand der Luftreinhaltpläne in Brandenburg – erste Ergebnisse und Maßnahmen, in : Umweltdaten aus Brandenburg, Bericht 2006, S. 131-133
- [13] FRIEDRICH, U.: Kritische Immissionsbelastung durch Feinstaub in brandenburgischen Städten nach der EU-Richtlinie 1999/30/EG. LUA Brandenburg – Jahresbericht 2000, S. 209-211
- [14] Länderausschuss für Immissionsschutz/AK „Maßnahmenplanung“: Schlussbericht und Maßnahmenkatalog (2003)
- [15] FRIEDRICH, U.; DÜRING, I.: PM10-Immissionsminderung durch die Ortsumfahrung einer Kleinstadt sowie durch Fahrbahnbelagsänderung in einer städtischen Straßenschlucht. Immissionsschutz Nr. 2 (2004), S. 62 – 64
- [16] KÜHNE, M.: Die Umsetzung der EU-Luftqualitätsrichtlinien in deutsches Recht: Aktionspläne nach § 47 (2) BImSchG und 22. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. LUA Brandenburg (2004), unveröffentlicht
- [17] JONAS, H.; FRIEDRICH, U.: Gemeinsame Beurteilung von Lärminderungs- und Luftreinhaltplänen. LUA Brandenburg – Jahresbericht 2005, S. 173-174

## Anhang 1: Verzeichnis der automatischen Messstellen des Landes Brandenburg (31.12.2005)

Messstelle	Exposition	Komponenten							
		SO <sub>2</sub>	Schwebstaub (PM10) <sup>1)</sup>	H <sub>2</sub> S	NO <sub>x</sub> <sup>4)</sup>	CO	O <sub>3</sub>	Kohlenwasserstoffe	Meteorologie
Belzig, Niemecker Straße	V		X <sup>2)</sup>			X			
Bernau, Ladeburger Straße 23	UH					X	X		X
Bernau, Lohmühlenstraße 42	V		X <sup>2)</sup>						
Brandenburg a.d. Havel, L.-Friesicke-Straße	UH / V		X		X	X	X		
Brandenburg a.d. Havel, Neuendorfer Straße	V		X <sup>2)</sup>		X			X <sup>5)</sup>	
Cottbus, Bahnhofstraße 55	V		X <sup>2)</sup>		X	X			
Cottbus, Gartenstraße	UH	X	X		X	X	X		X
Eisenhüttenstadt, K.-Marx-Straße 35a	I	X	X	X	X	X	X		X
Frankfurt (Oder), Leipziger Straße	V		X <sup>2)</sup>		X	X			
Frankfurt (Oder), Markendorfer Straße	UH	X	X		X		X		
Freienhufen, Hauptstraße 16	V		X <sup>3)</sup>		X				
Hasenholz (Buckow)	RH	X	X		X		X		X
Königs Wusterhausen, Cottbuser Straße	UH	X	X		X	X	X		X
Luckau, Jahnstraße	UH	X	X		X		X		
Lütte (Belzig)	RH		X		X		X		
Nauen, Kreuztaler Straße 3	UH		X		X		X		X
Neuruppin, G.-Hauptmann-Straße	UH		X		X		X		
Potsdam, Behlertstraße 42	V		X <sup>2)</sup>					X <sup>5)</sup>	
Potsdam, Michendorfer Chaussee 114	RH		X				X		X
Potsdam-Zentrum, Hebbelstraße 1	UH	X	X		X	X	X		X
Potsdam, Zeppelinstraße	V		X <sup>2)</sup>		X	X		X <sup>5)</sup>	
Premnitz, Liebigstraße	I	X	X	X	X	X	X		X
Schwedt/Oder, Helbigstraße	I	X	X	X	X	X	X	X <sup>6)</sup>	X
Senftenberg, Reyersbachstraße	UH	X	X		X	X	X		X
Spreewald (Neu Zauche)	RH	X	X <sup>2)</sup>		X		X		
Spremberg-Süd, K.-Marx-Straße 47	I	X	X		X	X	X		X
Wittenberge, W.-Külz-Straße	UH	X	X		X		X		X

UH Urbaner Hintergrund

RH Ruraler Hintergrund

V Verkehrsbezogene Messstelle

I Industriebezogene Messstelle

<sup>1)</sup> Beta-Staubmeter mit PM10-Messkopf

<sup>2)</sup> TEOM mit PM10-Messkopf

<sup>3)</sup> gravimetrische Messung

<sup>4)</sup> NO und NO<sub>2</sub>

<sup>5)</sup> Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTX)

<sup>6)</sup> Methan und methanfreie Kohlenwasserstoffe

## Anhang 2: Ergebnisse kontinuierlicher und quasikontinuierlicher Immissionsmessungen

### 2.1 Flächen- und industriebezogene Messungen

Tab. 2.1.1: Schwefeldioxid

Messstelle	GM	IJW	M1	M2	MW <sub>Winter</sub>	M3	P98	Ü1	Ü2	Ü3	ISW	ITW
Cottbus	17188	5	3	3	6	4	20	0	0	0	49	30
Eisenhüttenstadt	17178	5	3	4	6	4	21	0	0	0	63	27
Frankfurt (Oder)	17183	4	3	3	5	3	20	0	0	0	47	27
Hasenholz (Buckow)	17044	4	3	3	5	4	16	0	0	0	70	28
Königs Wusterhausen	17153	3	3	3	4	3	11	0	0	0	30	14
Luckau	17181	4	3	3	5	4	16	0	0	0	67	20
Potsdam-Zentrum	17138	3	3	3	4	3	12	0	0	0	35	21
Premnitz	17169	3	3	3	4	3	10	0	0	0	32	16
Schwedt/Oder	17167	4	3	3	4	3	16	0	0	0	49	24
Senftenberg	17114	6	3	5	8	6	26	0	0	0	90	32
Spreewald	17059	4	3	3	5	3	18	0	0	0	52	25
Spremberg-Süd	17008	5	3	3	6	4	19	0	0	0	52	24
Wittenberge	16870	3	3	3	4	3	9	0	0	0	22	15

Spaltenüberschriften siehe Anhang 3

Konzentrationsangaben in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tab. 2.1.2: Stickstoffmonoxid

Messstelle	GM	IJW	M1	P98	ISW <sup>*)</sup>	ISW	ITW
Bernau	17183	6	2	44	206	189	55
Brandenburg a.d. Havel	17094	4	2	23	194	192	53
Cottbus	17193	4	2	21	133	120	33
Eisenhüttenstadt	17059	5	3	21	255	201	43
Frankfurt (Oder)	17185	5	2	32	233	212	49
Hasenholz (Buckow)	17049	3	2	6	51	46	14
Königs Wusterhausen	17136	8	3	57	298	279	96
Luckau	17187	4	2	16	122	100	26
Lütte (Belzig)	17146	3	2	6	55	30	7
Nauen	17118	4	2	26	242	233	48
Neuruppin	17067	4	2	19	209	159	25
Potsdam-Zentrum	17130	6	2	40	272	240	73
Premnitz	17144	4	2	17	88	87	29
Schwedt/Oder	17172	4	2	16	137	125	29
Senftenberg	17119	4	2	22	190	159	47
Spreewald	17149	3	2	5	56	51	15
Spremberg-Süd	17170	4	2	15	154	146	49
Wittenberge	17095	3	2	9	82	75	25

Spaltenüberschriften siehe Anhang 3

Konzentrationsangaben in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

<sup>\*)</sup> Halbstundenmittelwert

Tab. 2.1.3: Stickstoffdioxid

Messstelle	GM	IJW	I1 NO <sub>x</sub>	M1	P98	Ü4	Ü5	ISW <sup>1)</sup>	ISW	ITW
Bernau	17183	18	27	14	55	0	0	106	104	51
Brandenburg a.d. Havel	17094	16	22	13	47	0	0	92	83	43
Cottbus	17193	17	23	15	43	0	0	76	69	38
Eisenhüttenstadt	17059	13	20	11	40	0	0	92	82	33
Frankfurt (Oder)	17185	17	25	14	46	0	0	117	104	46
Hasenholz (Buckow)	17049	11	15	9	32	0	0	65	60	33
Königs Wusterhausen	17136	22	34	19	57	0	0	106	105	52
Luckau	17187	11	17	8	36	0	0	98	84	31
Lütte (Belzig)	17146	9	13	7	28	0	0	66	58	33
Nauen	17118	16	23	13	44	0	0	87	82	41
Neuruppin	17067	16	23	14	43	0	0	86	75	43
Potsdam-Zentrum	17130	23	33	20	60	0	0	122	116	51
Premnitz	17144	10	15	7	35	0	0	61	59	36
Schwedt/Oder	17172	13	19	11	35	0	0	104	82	32
Senftenberg	17119	20	26	17	49	0	0	87	85	50
Spreewald	17149	9	14	7	29	0	0	47	47	30
Spremberg-Süd	17170	14	20	12	39	0	0	95	91	42
Wittenberge	17095	12	17	11	33	0	0	65	63	35

Spaltenüberschriften siehe Anhang 3

Konzentrationsangaben in µg/m<sup>3</sup>

<sup>1)</sup> Halbstundenmittelwert

Tab. 2.1.4: Schwefelwasserstoff

Messstelle	GM	IJW	M1	P98	ISW <sup>1)</sup>	ISW	ITW
Eisenhüttenstadt	17180	1	1	3	19	17	3
Premnitz	15690	1	1	5	88	67	7
Schwedt/Oder	16719	1	1	2	6	4	2

Spaltenüberschriften siehe Anhang 3

Konzentrationsangaben in µg/m<sup>3</sup>

<sup>1)</sup> Halbstundenmittelwert

Tab. 2.1.5: Kohlenmonoxid

Messstelle	GM	IJW	M1	P98	Ü7	ISW	ISW <sup>1)</sup>	ITW
Brandenburg a.d. Havel	17085	395	369	711	0	2459	1341	851
Cottbus	17193	443	409	853	0	1787	1625	1321
Eisenhüttenstadt	16992	447	396	960	0	2964	1686	1061
Königs Wusterhausen	17162	385	346	847	0	2827	1954	998
Potsdam-Zentrum	17091	399	367	817	0	2883	1996	968
Premnitz	16091	345	322	638	0	1448	1148	731
Schwedt/Oder	17173	321	289	655	0	1695	1083	737
Senftenberg	17068	397	365	724	0	1740	1271	848
Spremberg-Süd	17120	374	339	788	0	1742	1477	1040

Spaltenüberschriften siehe Anhang 3

Konzentrationsangaben in µg/m<sup>3</sup>

<sup>1)</sup> gleitender Achtstundenmittelwert

Tab. 2.1.6: VOC-Befunde an der Messstelle Schwedt/Oder

VOC	GM	IJW	M1	P98
Gesamtkohlenwasserstoffe	16446	998	983	1189
Summe Kohlenwasserstoffe methanfrei	16446	68	62	162
Methan	16446	930	921	1040

Spaltenüberschriften siehe Anhang 3

Konzentrationsangaben in µg C/m<sup>3</sup>)

Tab. 2.1.7: Ozon

Messstelle	GM	IJW	M1	P98	Ü8	Ü9	ISW	ITW	Ü10	Ü10 <sup>1)</sup>
Bernau	17190	51	49	116	0	0	178	111	12	27
Brandenburg a.d. Havel <sup>3)</sup>	17094	54	52	125	3	0	191	114	27	33
Cottbus <sup>4)</sup>	17191	52	49	125	2	0	195	108	27	30
Eisenhüttenstadt	17184	53	51	121	1	0	191	116	22	24
Frankfurt (Oder)	17155	49	47	113	1	0	183	115	13	26
Hasenholz (Buckow)	17047	57	55	119	0	0	178	113	18	25
Königs Wusterhausen	17157	44	42	115	0	0	178	96	11	26
Luckau	17186	49	47	119	1	0	182	109	14	29
Lütte (Belzig) <sup>5)</sup>	17101	55	53	129	2	0	194	117	34	40
Nauen <sup>6)</sup>	17116	53	51	123	0	0	180	108	24	22
Neuruppin	16744	53	51	124	0	0	179	114	25	32
Potsdam, Michendorfer Chaussee	17093	52	50	126	2	0	194	108	27	36
Potsdam-Zentrum	17136	49	47	118	0	0	179	102	15	27
Premnitz	16851	54	52	122	0	0	177	115	25	27
Schwedt/Oder	17172	56	54	119	0	0	169	105	18	24
Senftenberg	17024	54	52	128	1	0	197	119	33	45
Spreewald <sup>7)</sup>	17167	57	55	124	1	0	186	108	24	21
Spremberg-Süd	17184	53	50	122	1	0	189	106	24	37
Wittenberge <sup>8)</sup>	16347	55	54	122	2	0	184	121	24	38

Messstelle	AOT40 <sup>1)</sup> P	AOT40 <sup>1)</sup> W	AOT40 <sup>1)2)</sup> P	AOT40 <sup>1)2)</sup> W
Bernau	12280	21444	(15449)	(27398)
Brandenburg a.d. Havel <sup>3)</sup>	17446	28351	(13693)	(25834)
Cottbus <sup>4)</sup>	19622	31565	16005	28079
Eisenhüttenstadt	15880	27385	14743	25887
Frankfurt (Oder)	9592	18329	12630	23586
Hasenholz (Buckow)	12359	23215	16122	29018
Königs Wusterhausen	9948	17652	(12761)	23506
Luckau	13076	22485	16015	28591
Lütte (Belzig) <sup>5)</sup>	18565	30615	18786	35862
Nauen <sup>6)</sup>	14643	25218		
Neuruppin	11536	24036	13914	26527
Potsdam, Michendorfer Chaussee	17910	30198	(16607)	30270
Potsdam-Zentrum	11944	21430	13386	24586
Premnitz	14114	25111	(13093)	(25616)
Schwedt/Oder	12129	22923	12968	24678
Senftenberg	20756	33296	18560	32399
Spreewald <sup>7)</sup>	17918	29831	(15994)	(27081)
Spremberg-Süd	16680	28678	19948	35826
Wittenberge <sup>8)</sup>	12985	22819	15194	27879

Spaltenüberschriften siehe Anhang 3

Konzentrationsangaben in µg/m<sup>3</sup>

<sup>1)</sup> extrapolierte Werte

(...) Ergebnis enthält Jahre mit Mindestbelegung <90%

<sup>1)</sup> Mittelwert 2003 bis 2005

<sup>2)</sup> Mittelwert 2001 bis 2005 <sup>3)</sup> 2001 Brandenburg a.d. Havel, Pieterplatz

<sup>4)</sup> 2001 bis 2002 Cottbus-Süd

<sup>5)</sup> ab 2003 <sup>6)</sup> ab 2004

<sup>7)</sup> 2001 bis 2002 Burg

<sup>8)</sup> 2001 bis 2002 Wittenberge, Rathausstraße

Tab. 2.1.8: PM10-Schwebstaub

Messstelle	GM	IJW	M1	P98	Ü6	ITW
Brandenburg a.d. Havel	362	22	18	55	12	102
Cottbus	365	26	22	67	27	183
Cottbus <sup>T)</sup>	364	27	23	66	25	188
Eisenhüttenstadt	365	25	21	64	21	104
Frankfurt (Oder) <sup>IN) 1)</sup>	365	27	23	66	29	90
Hasenholz (Buckow)	357	24	18	67	21	108
Königs Wusterhausen <sup>IN)</sup>	364	26	22	63	17	118
Königs Wusterhausen <sup>HV)</sup>	333	27	23	65	20	115
Königs Wusterhausen <sup>HV*)</sup>	328	19	15	55	10	90
Luckau <sup>IN)</sup>	365	26	22	58	15	143
Lütte (Belzig) <sup>IN)</sup>	343	22	18	52	10	111
Nauen <sup>2)</sup>	319	26	22	72	25	107
Neuruppin	364	22	18	57	13	118
Potsdam, Michendorfer Chaussee <sup>IN)</sup>	363	22	18	52	11	96
Potsdam-Zentrum	364	25	20	68	22	114
Premnitz <sup>IN) 3)</sup>	361	21	18	51	8	95
Schwedt/Oder	365	25	20	68	22	103
Senftenberg	363	24	21	58	20	93
Senftenberg <sup>HV)</sup>	361	24	21	58	22	89
Senftenberg <sup>HV*)</sup>	362	17	14	45	5	64
Spreewald <sup>T)</sup>	347	23	19	60	16	146
Spremberg-Süd	360	25	21	61	16	126
Wittenberge <sup>IN)</sup>	343	17	15	43	2	69

Spaltenüberschriften siehe Anhang 3 Konzentrationangaben in µg/m<sup>3</sup>

Referenzverfahren = 1,2 x Beta-(IN)-staubmeter mit PM10-Messkopf

Referenzverfahren = 1,26 x Beta-(IR)-staubmeter mit PM10-Messkopf

Referenzverfahren = 1,26 x TEOM mit PM10-Messkopf

<sup>HV)</sup> High Volume Sampler mit PM10-Messkopf <sup>HV\*)</sup> High Volume Sampler mit PM2,5-Messkopf

<sup>T)</sup> TEOM mit PM10-Kopf <sup>IN)</sup> Beta-(IN)-staubmeter

<sup>1)</sup> ab 15.08.2005 Beta-(IR)-staubmeter <sup>2)</sup> vom 17.08. bis 20.10.2005 Beta-(IN)-staubmeter

<sup>3)</sup> ab 16.08.2005 Beta-(IR)-staubmeter

Tab. 2.1.9: Quecksilber (gasförmig)

	Cottbus, Markgrafenmühle <sup>1)</sup>		
	GM	IJW	MEW
Quecksilber	37	1,4	6,1

Spaltenüberschriften siehe Anhang 3 Konzentrationangaben in ng/m<sup>3</sup>

<sup>1)</sup> 21.01. bis 23.09.2005

Tab. 2.1.10: Gehalt wasserlöslicher Ionen im PM10-Schwebstaub

	Lütte (Belzig)		
	GM	IJW	ITW <sup>*)</sup>
Schwebstaub-PM10	52	24	64
Ammonium	48	1,4	4,8
Calcium (Ca) gelöst	48	0,1	0,5
Natrium (Na) gelöst	48	0,3	1,4
Chlorid	48	0,3	2,3
Nitrat	47	2,1	9,3
Sulfat	48	3,6	17,9

Spaltenüberschriften siehe Anhang 3 Konzentrationangaben in µg/m<sup>3</sup>

<sup>\*)</sup> Zweitagemittelwert

Tab. 2.1.11: Inhaltsstoffe des Schwebstaubes (verkehrsferne Messstellen)

	Frankfurt (Oder) <sup>2)</sup>				Lütte (Belzig) <sup>2)</sup>				Senftenberg <sup>3)</sup>			
	GM	IJW	M1	MEW	GM	IJW	M1	MEW	GM	IJW	M1	MEW
Schwebstaub <sup>1)</sup>	160	21	18,0	78	157	20	17	64	361	24	21	89
Ruß	51	2,1	1,0	11,0								
Arsen	56	1,4	0,6	10,0	54	0,7	0,3	8,4	48	1,1	0,4	11,3
Blei	56	13	7	165	54	6	4	38	48	12	7	80
Cadmium	56	0,2	0,2	1,3	54	0,2	0,1	1,1	48	0,3	0,2	1,4
Chrom	56	1,3	1,1	6,2	54	0,7	0,5	3,7	48	1,1	1,0	2,6
Nickel	56	1,8	1,6	6,8	54	1,9	1,5	10,5	48	0,8	0,7	2,2
Vanadium	56	1,3	1,2	3,3	54	1,2	1,0	3,4	48	1,2	1,1	2,9
B(a)A	55	0,3	<0,2	3,7	51	0,1	<0,2	0,7				
B(a)P	57	0,3	<0,1	2,3	51	0,1	<0,1	0,8				
B(b)F	57	0,6	0,2	4,5	51	0,3	0,1	1,7				
B(e)P	57	0,4	<0,2	5,0	51	0,2	<0,2	1,1				
B(ghi)P	57	0,5	0,2	3,2	51	0,2	<0,1	1,0				
B(j)F	55	0,3	<0,1	3,0	51	0,1	<0,1	0,7				
B(k)F	57	0,4	<0,2	3,0	51	0,1	<0,2	0,7				
DB(ah)A	55	0,3	<0,2	3,2	51	0,1	<0,2	1,4				
FLU	57	0,4	<0,2	5,1	51	0,1	<0,2	1,4				
INP	57	0,9	0,2	9,2	51	0,3	<0,2	1,6				

Spaltenüberschriften siehe Anhang 3

Konzentrationsangaben: Schwebstaub in µg/m<sup>3</sup>  
Spurenelemente, PAK in ng/m<sup>3</sup>

<sup>1)</sup> Gesamtstaub, manuelle Probenahme

<sup>2)</sup> Low Volume Sampler mit PM10-Kopf, 2-Tagesproben

<sup>3)</sup> High Volume Sampler

B(a)A	Benz(a)-anthracen	B(j)F	Benzo-(j)-fluoranthen
B(a)P	Benzo(a)pyren	B(k)F	Benzo-(k)-fluoranthen
B(b)F	Benzo(b)fluoranthen	DB(ah)A	Dibenz(a,h)-anthracen
B(e)P	Benzo(e)pyren	FLU	Fluoranthen
B(ghi)P	Benzo(ghi)perylen	INP	Indeno(1.2.3-cd)-pyren

Tab. 2.1.12: Flüchtige Kohlenwasserstoffe (VOC) (verkehrsferne Messstellen)

	Cottbus				Potsdam-Zentrum				Schwedt/ Oder			
	GM	IJW	M1	ITW	GM	IJW	M1	ITW	GM	IJW	M1	ITW
n-Pentan	103	0,8	0,7	3,0	103	1,0	0,8	5,0	94	1,1	0,8	7,9
n-Hexan	103	0,6	0,2	16,1	103	0,5	0,3	7,2	94	0,6	0,3	10,6
1-Penten	103	<0,2	<0,2	0,7	103	<0,2	<0,2	1,1	94	<0,2	<0,2	1,2
Isopren	103	<0,1	<0,1	<0,2	103	<0,1	<0,1	<0,2	94	<0,1	<0,1	0,9
Limonen	103	0,3	0,2	1,4	103	<0,3	<0,2	1,0	94	<0,2	<0,2	0,8
a-Pinen	103	0,4	0,3	1,8	103	<0,4	<0,3	2,1	94	<0,3	<0,3	1,2
b-Pinen	103	<0,2	<0,2	1,2	103	<0,2	<0,2	3,9	94	<0,2	<0,2	1,0
3-Caren	103	0,4	0,3	3,6	103	<0,3	<0,2	1,5	94	<0,4	<0,2	7,5
Benzen	103	1,0	0,7	4,6	103	0,8	0,7	2,4	94	1,1	0,8	12,3
Toluen	103	2,2	1,7	11,0	103	1,5	1,3	3,9	94	1,4	1,1	5,6
o-Xylen	103	0,4	0,3	3,0	103	<0,3	<0,3	0,9	94	<0,3	<0,2	1,3
Summe m/p-Xylen	103	1,1	0,7	7,6	103	3,1	1,7	14,6	94	0,7	0,6	4,3
Ethylbenzen	103	0,4	0,3	2,6	103	0,4	0,3	1,1	94	0,2	0,2	0,7
Methanol	103	2,7	1,1	50,9	103	1,8	1,2	43,9	94	3,1	2,1	29,3
Trichlormethan	103	0,2	0,1	1,7	103	0,2	0,1	3,8	94	0,3	0,1	4,6
Trichlorethen	103	0,0	0,0	0,2	103	0,0	0,0	0,6	94	0,0	0,0	0,9
1.1.1-Trichlorethan	103	0,1	0,1	0,5	103	0,1	0,2	1,5	93	0,2	0,1	1,5
Tetrachlormethan	103	0,6	0,7	1,0	103	0,7	0,8	1,1	94	0,7	0,7	1,0
Tetrachlorethen	103	0,1	0,1	0,2	103	0,1	0,1	0,4	94	0,1	0,1	0,3
1.2-Dichlorethan	103	<0,1	<0,1	0,7	103	<0,1	<0,1	1,9	94	<0,2	<0,1	1,8
1.2-Dichlorpropan	103	<0,2	<0,1	1,3	103	<0,2	<0,1	2,2	94	<0,2	<0,1	1,7

Spaltenüberschriften siehe Anhang 3

Konzentrationsangaben in µg/m<sup>3</sup>

Tab: 2.1.13: Staubniederschlag

Messstelle	Messunkt- nummer	Gesamt- staub <sup>1)</sup>		Inhaltsstoffe µg / (m <sup>2</sup> x d)							
		IJW	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	V	Zn
<b>Brandenburg a.d. Havel</b> , L.-Friesicke- Str.	BR115P	106	1,0	12	0,6	5,6		28	2,2	2,4	55
<b>Cottbus</b> , Gartenstraße (Messcontainer)	CO030P	61	0,9	8	0,5	2,8		18	2,1	2,0	52
<b>Cottbus</b> , Meisenweg	CO003R	56	0,7	8	0,5	3,6		17	2,0	1,7	81
<b>Frankfurt (Oder)</b> , Markendorfer Straße (Messcontainer)	FF224P	63	0,9	6	0,7	2,7		23	2,0	2,1	40
<b>Hasenholz</b> , Dorfstraße (Messcontainer; IÖDB)	HH001P	36	0,3	5	0,3	1,1	6	10	1,6	1,0	23
<b>Königs Wusterhausen</b> , Cottbuser Str. (Messcontainer)	KW107P	61	0,7	6	0,6	3,1		17	1,7	1,6	41
<b>Luckau</b> , Jahnstraße (Messcontainer)	LC001P	78	1,3	5	0,5	2,3		19	1,8	1,9	31
<b>Lütte</b> , Messcontainer	LT001P	128	0,6	5	0,6	3,1		39	1,5	2,2	39
<b>Nauen</b> , Kreuztaler Straße (Messcontainer)	PA012P	66	0,4	4	0,4	1,8		14	1,5	1,4	31
<b>Neuglobsow</b> , UBA-Gelände	NG001P	40	0,3	6	0,6	1,1		7	1,3	0,8	33
<b>Neuruppin</b> , Fehrbelliner Straße / Am See	NR001P	66	0,4	7	0,5	1,6		11	1,6	0,9	44
<b>Neuruppin</b> , G.-Hauptmann-Str. (Messcontainer)	NR002P	97	0,3	7	1,1	2,3		18	1,7	1,2	30
<b>Paulinenaue</b> , ZALF-Versuchsstelle (IÖDB)	PA003P	40	0,3	2	0,5	1,1	3	8	1,1	1,0	20
<b>Potsdam</b> , Hebbelstraße (Messcontainer)	PM102P	98	0,6	12	0,5	3,0		18	1,9	1,6	60
<b>Schrepkow</b> , Dorfstraße 3	SK001P	161	0,5	7	0,8	1,8	6	35	1,7	2,1	31
<b>Schwedt/Oder</b> , Vierraden (IÖDB)	SD250P	78	0,5	4	0,3	1,3	6	16	2,0	2,3	27
<b>Schwedt/Oder</b> , Zützen (IÖDB)	SD251P	77	0,3	2	0,4	1,1	5	22	1,2	0,9	23
<b>Senftenberg</b> , Reyersbachstraße (Messcontainer)	SF004R	61	1,1	8	0,3	3,0		18	2,0	2,1	31
<b>Spremberg</b> , K.-Marx-Straße 47 (Messcontainer)	SP001P	46	0,7	9	0,3	2,3		11	1,9	1,6	46
<b>Spremberg</b> , Kantstraße 12 (Polizeiwache)	SP002P	57	1,0	5	0,4	2,2		14	1,7	1,7	47
<b>Wittenberge</b> , W.-Külz-Straße. (Messcontainer)	WI135P	37	0,3	6	0,3	1,2		9	1,5	1,1	25
<b>Zauche</b> , Schöpfwerk Neuzauche (Messcontainer)	ZA001P	37	0,5	9	0,3	1,1	3	10	1,0	1,1	35

<sup>1)</sup> Angaben in mg / ( m<sup>2</sup> x d)

## 2.2 Verkehrsbezogene Messungen

Tab. 2.2.1: Stickstoffmonoxid

Messstelle	GM	IJW	M1	P98	ISW *)	ISW	ITW
Belzig, Niemecker Straße	17018	29	19	120	247	234	80
Brandenburg a.d. Havel, Neuendorfer Straße	17122	35	16	170	508	437	181
Cottbus, Bahnhofstraße	17070	52	34	198	492	438	181
Frankfurt (Oder), Leipziger Straße	17088	38	24	149	381	347	154
Freienhufen, Hauptstraße	17190	24	14	117	388	378	102
Potsdam, Zeppelinstraße	17187	44	30	170	414	351	140

Spaltenüberschriften siehe Anhang 3

Konzentrationsangaben in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

<sup>1)</sup> Halbstundenmittelwert

Tab. 2.2.2: Stickstoffdioxid

Messstelle	GM	IJW	IJW <sub>NOX</sub>	M1	P98	Ü4	Ü5	ISW <sup>1)</sup>	ISW	ITW
Belzig, Niemecker Straße	17018	29	74	25	72	0	0	114	108	63
Brandenburg a.d. Havel, Neuendorfer Straße	17122	48	102	38	137	1	0	225	201	117
Cottbus, Bahnhofstraße	17070	46	126	41	104	0	0	183	170	98
Frankfurt (Oder), Leipziger Straße	17088	42	100	38	93	0	0	189	173	92
Freienhufen, Hauptstraße	17190	30	67	28	68	0	0	115	111	63
Potsdam, Zeppelinstraße	17187	44	111	40	98	0	0	160	154	94

Spaltenüberschriften siehe Anhang 3

Konzentrationsangaben in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

<sup>1)</sup> Halbstundenmittelwert

Tab. 2.2.3: Kohlenmonoxid

Messstelle	GM	IJW	M1	P98	Ü7	ISW	ISW *)	ITW
Cottbus, Bahnhofstraße	17140	816	694	2185	0	4175	3120	1960
Frankfurt (Oder), Leipziger Straße	17057	751	630	2088	0	4232	2486	1924
Potsdam, Zeppelinstraße	17175	647	552	1818	0	3726	2461	1705

Spaltenüberschriften siehe Anhang 3

Konzentrationsangaben in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

<sup>1)</sup> gleitender Achtstundenmittelwert

Tab. 2.2.4: PM<sub>10</sub>-Schwebstaub

Messstelle	GM	IJW	M1	P98	Ü6	ITW
Belzig, Niemecker Straße <sup>T) 1)</sup>	355	28	24	65	18	97
Bernau, Lohmühlenstraße <sup>T) 2)</sup>	156	35	32	78	28	119
Brandenburg, Neuendorfer Straße <sup>T)</sup>	347	31	26	73	54	122
Cottbus, Bahnhofstraße <sup>T)</sup>	361	41	37	96	89	192
Cottbus, Bahnhofstraße <sup>LV)</sup>	359	24	20	60	16	132
Frankfurt (O), Leipziger Straße <sup>T)</sup>	349	37	33	82	65	119
Frankfurt (O), Leipziger Straße <sup>LV)</sup>	355	23	19	63	22	149
Freienhufen, Hauptstraße <sup>HV) 3)</sup>	361	26	23	64	22	90
Potsdam, Behlertstraße <sup>T) 4)</sup>	174	33	28	78	27	93
Potsdam, Zeppelinstraße <sup>T)</sup>	360	35	32	82	56	123

Spaltenüberschriften siehe Anhang 3

Konzentrationsangaben in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Referenzverfahren = 1,26 x TEOM mit PM<sub>10</sub>-Messkopf

<sup>T)</sup> TEOM mit PM<sub>10</sub>-Kopf

<sup>LV)</sup> Low Volume Sampler mit PM<sub>2,5</sub>-Messkopf

<sup>HV)</sup> High Volume Sampler mit PM<sub>10</sub>-Messkopf

<sup>1)</sup> Referenzverfahren = 1,12 x TEOM mit PM<sub>10</sub>-Messkopf

<sup>2)</sup> ab 28.07.2005

<sup>3)</sup> 05.01.2005 bis 03.01.2006

<sup>4)</sup> ab 08.07.2005

Tab. 2.2.5: Schwebstaub und Inhaltsstoffe des Schwebstaubes

	Cottbus, Bahnhofstraße <sup>2)</sup>				Frankfurt (Oder), Leipziger Straße <sup>2)</sup>				Freienhufen, Hauptstraße <sup>3)</sup>				Potsdam, Zeppelinstraße <sup>4)</sup>			
	GM	IJW	M1	MEW	GM	IJW	M1	MEW	GM	IJW	M1	MEW	GM	IJW	M1	MEW
Schwebstaub <sup>1)</sup>	359	24	20	132	355	23	19	149	361	26	23	90	90	26	22	64
Ruß	51	5,0	5,0	12,0	51	3,9	4,0	13,0	50	3,0	2,0	16,0	46	5,0	4,0	15,0
Antimon	50	2	2	6	47	2	2	5	51	3	2	8	44	6	5	13
Barium	49	10	7	65	47	11	10	30	51	8	6	26	44	11	10	31
Blei	50	10	7	47	47	11	6	62	51	12	8	41	44	13	10	42
B(a)P	50	1,6	0,3	35,3	51	1,0	0,3	11,4	50	1,0	0,1	4,9	46	0,6	0,2	3,6
B(e)P	50	2,8	0,7	57,6	51	1,8	0,6	13,6	50	2,0	0,8	11,0	46	1,4	0,6	8,4
B(ghi)P	50	1,7	0,6	28,4	51	1,2	0,7	11,1	50	1,4	0,8	5,2	46	1,1	0,7	5,0
COR	50	0,6	0,2	10,8	51	0,5	0,2	4,4	49	0,4	0,2	1,4	46	0,4	0,2	1,6

Spaltenüberschriften siehe Anhang 3 Konzentrationsangaben:

Schwebstaub, Ruß in µg/m<sup>3</sup>; Antimon, Barium, Blei, PAK in ng/m<sup>3</sup>

<sup>1)</sup> Gesamtstaub, manuelle Probenahme

<sup>2)</sup> Low Volume Sampler mit PM2,5-Messkopf

<sup>3)</sup> High Volume Sampler mit PM10-Messkopf

<sup>4)</sup> Low Volume Sampler (Accu-Gerät an TEOM) mit PM10-Messkopf

B(a)P

Benzo(a)pyren

B(ghi)F

Benzo(ghi)perylene

B(e)P

Benzo(e)pyren

COR

Coronen

Tab. 2.2.6: Flüchtige Kohlenwasserstoffe (VOC)

	Belzig, Niemecker Straße				Brandenburg, Neuendorfer Straße				Cottbus, Bahnhofstraße			
	GM	IJW	M1	MEW	GM	IJW	M1	MEW	GM	IJW	M1	MEW
GC <sup>1)</sup>												
Benzen					12290	1,8	1,4	13,5				
Toluen					13006	4	2	47				
m/p-Xylen					13013	2	1	24				
GC <sup>2)</sup>												
Benzen	91	1,5	1,4	5,7					101	2,5	2,3	12,5
Ethylbenzen	92	1	1	3					101	1	1	6
Toluen	91	3	3	7					101	5	5	14
m/p-Xylen	91	2	2	12					101	4	3	9
o-Xylen	90	1	1	2					101	1	1	4
Passivsammler <sup>3)</sup>												
Benzen	20	2		2,9					22	4		6
Ethylbenzen	19	1		2					22	2		6
Toluen	20	4		5,4					22	8		11
m/p-Xylen	20	2		4,9					22	5		12
o-Xylen	20	1		1,2					22	2		3

	Frankfurt (Oder),				Potsdam, Zeppelinstraße			
	GM	IJW	M1	MEW	GM	IJW	M1	MEW
GC <sup>1)</sup>								
Benzen					15853	1,8	1,6	33,9
Toluen					10306	4	3	29
m/p-Xylen								
GC <sup>2)</sup>								
Benzen	100	2,6	2,4	7,0				
Ethylbenzen	100	1	1	5				
Toluen	100	6	6	13				
m/p-Xylen	100	4	4	12				
o-Xylen	100	2	2	5				
Passivsammler <sup>3)</sup>								
Benzen	23	3		4				
Ethylbenzen	23	2		4				
Toluen	23	6		8				
m/p-Xylen	23	4		9				
o-Xylen	23	2		3				

Spaltenüberschriften siehe Anhang 3

Konzentrationsangaben in µg/m<sup>3</sup>

<sup>1)</sup> Gaschromatographie, automatisch

<sup>2)</sup> Gaschromatographie, manuelle Probenahme;

GM Anzahl der Tagesmittelwerte

<sup>3)</sup> GM Anzahl der Monatsmittelwerte (parallele

Probenahme)

### Anhang 3: Verzeichnis der Kenngrößen

Stoff	Kennung	Kenngröße	Erläuterung
allgemein	GM	Zahl der gültigen Messwerte	
	ISW	Maximaler Stundenmesswert im Kalenderjahr	
	ITW	Maximaler Tagesmittelwert im Kalenderjahr	
	IJW	Immissionskenngröße für die Dauerbelastung	Arithmetischer Mittelwert von den im Kalenderjahr ermittelten Einzelmesswerten
	P98	Immissionskenngröße für die Kurzzeitbelastung	98 %-Wert der Summenhäufigkeit von den im Kalenderjahr ermittelten Einzelmesswerten
	P95	Immissionskenngröße für die Kurzzeitbelastung	95 %-Wert der Summenhäufigkeit aller Schwebstaub-Tagesmittelwerte eines Jahres
	MW <sub>Winter</sub>	Immissionskenngröße für die Dauerbelastung im Winterhalbjahr	Arithmetischer Mittelwert über die im Winterhalbjahr ermittelten Einzelmesswerte
	M1	Immissionskenngröße für die Dauerbelastung	Median der im Kalenderjahr ermittelten Einzelwerte
SO <sub>2</sub>	M2	Immissionskenngröße für die Dauerbelastung nach 22. BImSchV [3]	Median der während eines Jahres ermittelten Tagesmittelwerte
	M3	Immissionskenngröße für die Dauerbelastung im Winter nach 22. BImSchV [3]	Median der im Winterhalbjahr ermittelten Tagesmittelwerte
	Ü1	Überschreitungshäufigkeit der Alarmschwelle nach 22. BImSchV [3]	Anzahl der Stunden mit Überschreitung des 1-Stunden-Mittelwertes von 500 µg/m <sup>3</sup> während des Kalenderjahres
	Ü2	Überschreitungshäufigkeit nach 22. BImSchV [3]	Anzahl der Stunden mit Überschreitung des 1-Stunden-Mittelwertes von 350 µg/m <sup>3</sup> während des Kalenderjahres
	Ü3	Überschreitungshäufigkeit nach 22. BImSchV [3]	Anzahl der Tage mit Überschreitung des Tagesmittelwertes von 125 µg/m <sup>3</sup> während des Kalenderjahres
NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub>	Ü4	Überschreitungshäufigkeit nach 22. BImSchV [3]	Anzahl der Stunden mit Überschreitung des 1-Stunden-Mittelwertes von 200 µg/m <sup>3</sup> während des Kalenderjahres
	Ü5	Überschreitungshäufigkeit nach 22. BImSchV [3]	Anzahl der Tage mit Überschreitung von 400 µg/m <sup>3</sup> an 3 aufeinanderfolgenden Stunden während des Kalenderjahres
PM10-Schwebstaub	Ü6	Überschreitungshäufigkeit nach der 22. BImSchV [3]	Anzahl der Tage mit Überschreitung des Tagesmittelwertes von 50 µg/m <sup>3</sup>
CO	Ü7	Überschreitungshäufigkeit nach der 22. BImSchV [3]	Anzahl der Tage mit Überschreitung des höchsten 8 Stundenmittelwertes von 10 mg/m <sup>3</sup> (Grenzwert ohne Toleranzmarke) während eines Tages
O <sub>3</sub>	Ü8	Überschreitungshäufigkeit nach 33. BImSchV [4]	Anzahl der Tage mit Überschreitung des 1-Stundenmittelwertes von 180 µg/m <sup>3</sup> während des Kalenderjahres
	Ü9	Überschreitungshäufigkeit nach 33. BImSchV [4]	Anzahl der Tage mit Überschreitung des 1-Stundenmittelwertes von 240 µg/m <sup>3</sup> während des Kalenderjahres
	Ü10	Überschreitungshäufigkeit nach 33. BImSchV [4]	Anzahl der Tage mit Überschreitung des höchsten 8-Stundenmittelwertes von 120 µg/m <sup>3</sup> , berechnet aus stündlich gleitenden 8-Stundenmittelwerten
	AOT 40	O <sub>3</sub> -Dosis nach 33. BImSchV [4] oberhalb 40 ppb zum Schutz der Vegetation	Summe der Differenzen zwischen stündlichen Konzentrationen über 80 µg/m <sup>3</sup> in der Zeit Mai bis Juli (P) bzw. April bis September (W) zwischen 8 und 20 Uhr

**Ministerium für Ländliche Entwicklung,  
Umwelt und Verbraucherschutz  
des Landes Brandenburg**

**Landesumweltamt Brandenburg**  
Referat Umweltinformation/Öffentlichkeitsarbeit

Seeburger Chaussee 2  
14476 Potsdam, OT Groß Glienicke  
Tel: (03 3201) 44 21 21  
Fax: (03 3201) 43 67 7  
E-Mail: [info@lua.brandenburg.de](mailto:info@lua.brandenburg.de)  
[www.mluv.brandenburg.de/info/lua-publikationen](http://www.mluv.brandenburg.de/info/lua-publikationen)