

# 4

## Luft

### 4.1 Luftmessnetz

Immission (lat. immittere, hineinschicken) ist der Eintrag eines Stoffs in ein System. Beispiele sind Schadstoffimmissionen in die Luft, in das Grundwasser oder in Flüsse. Jede Immission ist die Folge einer vorhergehenden Emission (Austrag). Für bestimmte Stoffe und Umweltmedien gibt es Immissionsgrenzwerte.

Zur Überwachung der Immissionen wird ein landesweit ausgerichtetes Netz mit kontinuierlich arbeitenden Luftmessstationen betrieben. Die Verpflichtung zur landesweiten Immissionsüberwachung ergibt sich aus den EG-Luftqualitätsrichtlinien, die durch das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) und seine Verordnungen in deutsches Recht umgesetzt sind. Die Standorte der Luftmessstationen sind der Übersichtskarte in Abb. 4.1 zu entnehmen. Die Standortwahl ermöglicht eine flächendeckende Immissionsüberwachung. Die 22. und 33. Verordnung zur Durchführung des BImSchG, in der die EU-Richtlinie 96/62/EG und die

dazugehörigen Tochterrichtlinien in deutsches Recht umgesetzt wurden, sowie die Novellierung der TA-Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – BMU) verlangten in den Jahren 2002 und 2003 eine Anpassung des Luftmessnetzes an die entsprechenden Erfordernisse. Eine weitere Anpassung war durch die Entwicklung der Schadstoffbelastung im letzten Jahrzehnt erforderlich, insbesondere durch die starke Abnahme der Belastung bei Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Kohlenmonoxid (CO) und Blei. Für diese Komponenten wurde die Anzahl der Messstellen deutlich reduziert. An Punkten, an denen Grenzwertüberschreitungen für die Komponenten Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und PM<sub>10</sub><sup>1</sup> zu erwarten waren, wurden zusätzliche Messungen eingerichtet. So wandelte sich in den letzten Jahren der Charakter des Messnetzes von so genannten Multikomponentenmessstellen, an denen in den 90er Jahren alle Schadstoffe überwacht wurden, zu komponentenspezifischen Messstellen.

<sup>1</sup> Feinstaub (PM<sub>10</sub>) bezeichnet die Masse aller im Gesamtstaub enthaltenen Partikel, deren aerodynamischer Durchmesser kleiner als 10 µm ist. Er kann natürlichen Ursprungs sein (beispielsweise als Folge von Bodenerosion) oder durch menschliches Handeln hervorgerufen werden. Feinstaub entsteht aus Energieversorgungs- und Industrieanlagen, bei der Metall- und Stahlerzeugung oder auch beim Umschlagen von Schüttgütern. In Ballungsgebieten ist der Straßenverkehr die dominierende Staubquelle.

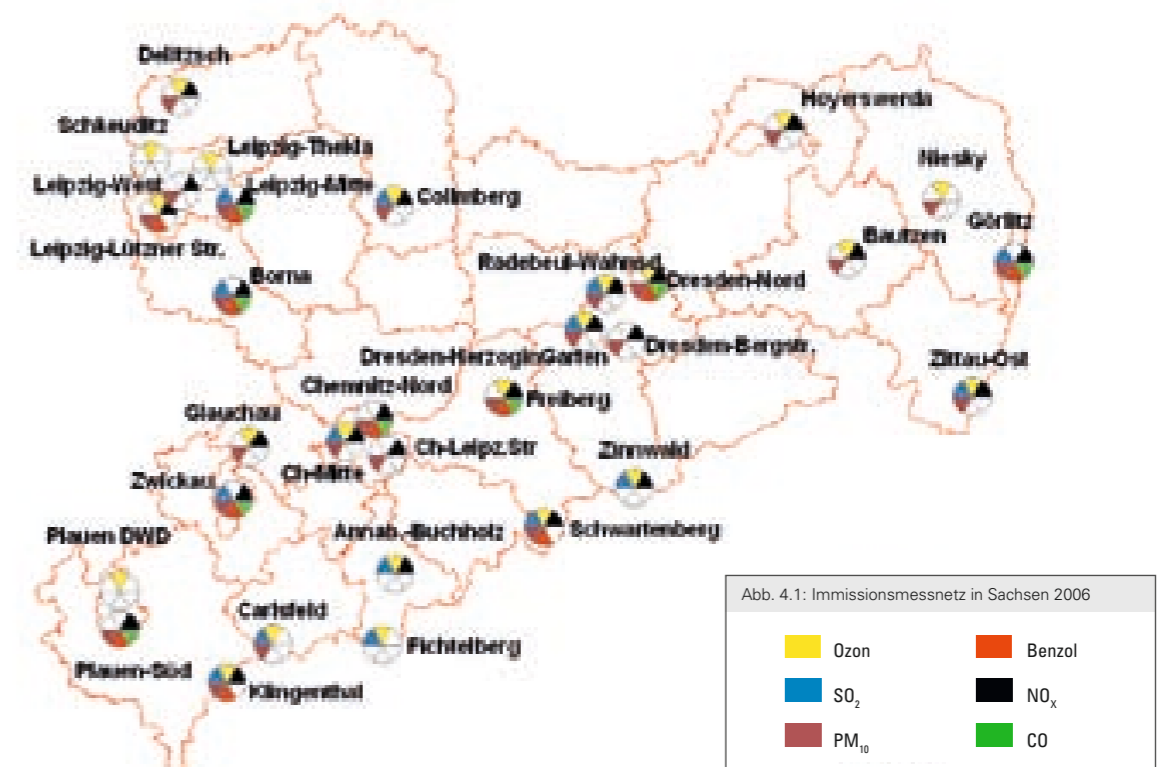
## III LUFT

Der rechtliche Rahmen für die Überwachung, Erfassung und Minderung von Emissionen ist mit dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) und seinem untergesetzlichen Regelwerk gegeben.

Die Emissionen aus Anlagen mit gefassten Quellen wie auch aus diffusen Quellen (z. B. Verkehr, Haushalte, ermittelt durch Messung, Berechnung oder Schätzung) werden im Emissionskataster für den Freistaat Sachsen zusammengefasst und fortgeschrieben.



Luftqualitätsmessung-Probenahmeköpfe; Foto: UBG



Im Jahr 2006 wurden insgesamt 31 Luftmessstationen unterhalten. Sie können folgende Komponenten erfassen: Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Benzol, Toluol und Xylol (BTX), Ozon (O<sub>3</sub>), Feinstaub PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2,5</sub>-Partikel<sup>1</sup> sowie ausgewählte Inhaltsstoffe im PM<sub>10</sub> (verschiedene Schwermetalle und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe).

Die Luftmessstationen sind entsprechend den jeweiligen lokalen Bedingungen spezifisch ausgestattet (Abb. 4.1).

Verantwortlich für den Betrieb dieser Messstellen ist die Staatliche Umweltbetriebgesellschaft (UBG), die die Daten dem Auswerte- und Informationszentrum Luft (AIL) des LfUG aktuell zur Verfügung stellt.

<sup>1</sup> Die als Feinstaub (PM<sub>2,5</sub>) bezeichnete Staubfraktion enthält 50 % der Teilchen mit einem Durchmesser von 2,5 µm, einen höheren Anteil kleinerer Teilchen und einen niedrigeren Anteil größerer Teilchen. PM<sub>2,5</sub> ist eine Teilmenge von PM<sub>10</sub>-Partikel dieser Größe können bis in die Lungenbläschen gelangen. Sie sind maximal so groß wie Bakterien und können daher mit freiem Auge nicht gesehen werden.

## 4.2 Emissionen



Blick von der Marienbrücke auf die Altstadt Dresdens; Foto: LfUG

Einen Überblick über die Entwicklung der so genannten konventionellen Luftschadstoffe in Sachsen geben die Abb. 4.2 – 4.6 sowie Abb. 4.8.

Die Emission 2004 wurde seit 1996 bei

- > NO<sub>x</sub> (Stickoxide) um 41 %
- > CO (Kohlenmonoxid) um 51 %
- > NMVOC<sup>1</sup> um 56 %
- > Staub<sup>2</sup> um 40 %
- > SO<sub>2</sub> (Schwefeldioxid) um 94 %
- > NH<sub>3</sub> (Ammoniak) um 7 % gemindert.

Die Emissionsminderung bei SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und Staub gehen überwiegend auf die Sanierung und den Neubau von Großfeuerungsanlagen (GFA) zurück. Zur Emissionsminderung bei CO haben die Energieträgerumstellungen in der Industrie, im Hausbrand und bei Kleinverbrauchern in nahezu gleichem Maß beigetragen. Die Emissionsminderung bei NMVOC<sup>1</sup> wurde im Wesentlichen durch die Außerbetriebnahme der Kraftfahrzeuge mit 2-Takt-Ottomotor sowie durch die Einführung und Entwicklung der Katalysatoren erreicht. Anteilig gestiegen ist dagegen die NMVOC-Emission der Haushalte, die durch die Verwendung lösemittelhaltiger Produkte (Kosmetika, Reinigungsmittel, Farben u. dgl.) entsteht.

Als bedeutende Emittentengruppe hat sich der Verkehr bestätigt. Die Emission aus dem Verkehr hat 2004 wie folgt zur Gesamtemission beigetragen:

- > NO<sub>x</sub>- Emission 54 % (vgl. Abb. 4.2)
- > CO-Emission 74 % (vgl. Abb. 4.3)
- > NMVOC-Emission 46 % (vgl. Abb. 4.4)
- > Staub-Emission 26 % (vgl. Abb. 4.5).

Die durch Feuerungen (GFA, Industrie, Kleinverbraucher, Hausbrand) verursachten Emissionen sind seit 1996 durch die Stilllegung von Anlagen, die Modernisierung von Anlagen, den Neubau mit moderner Technik und weitere Energieträgerumstellungen vor allem bei Kleinverbrauchern und Hausfeuerungen nochmals deutlich zurückgegangen. Meteorologische Einflüsse (z. B. milde Winter) führten zu erkennbaren Minderungen vor allem bei den Emissionen durch den Hausbrand und den Kleinverbraucher. Die früher für die Emissionssituation maßgebenden GFA dominieren heute nur noch bei den SO<sub>2</sub>-Emissionen (Abb. 4.6). Der leichte Anstieg der SO<sub>2</sub>-, Staub- und CO-Emissionen seit 1999 beruht hauptsächlich auf der planmäßigen Inbetriebnahme neuer Kraftwerksblöcke im Südraum von Leipzig.

<sup>1</sup> NMVOC – flüchtige organische Verbindungen ohne Methan

<sup>2</sup> Zu Staubemissionen aus diffusen Quellen der Industrie liegt erst ab dem Jahr 2000 eine Abschätzung vor. Die Angaben zu Emissionen aus diffusen Quellen (z. B. auch durch Aufwirbelungs- und Abriebprozesse in der Landwirtschaft und beim Straßenverkehr) sind als grobe Schätzwerte, die mit einer großen Unsicherheit behaftet sind, zu bewerten.

Abb. 4.2: NO<sub>x</sub>-Emission 1996 – 2005

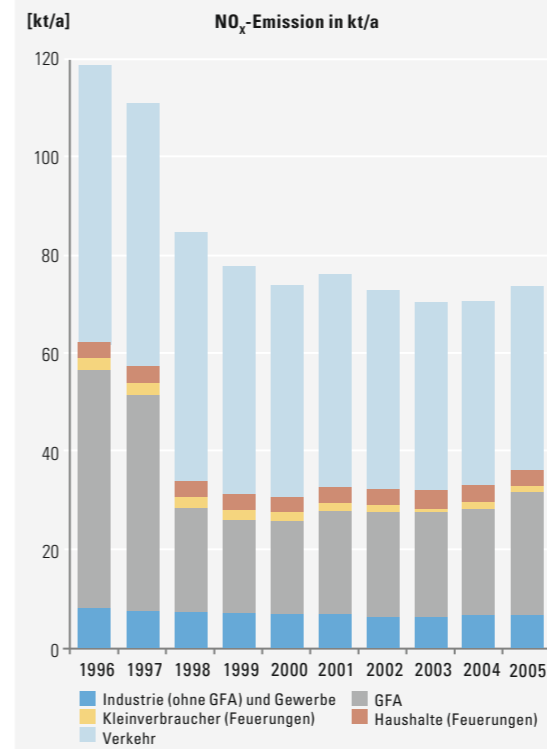


Abb. 4.4: NMVOC-Emission 1996 – 2005

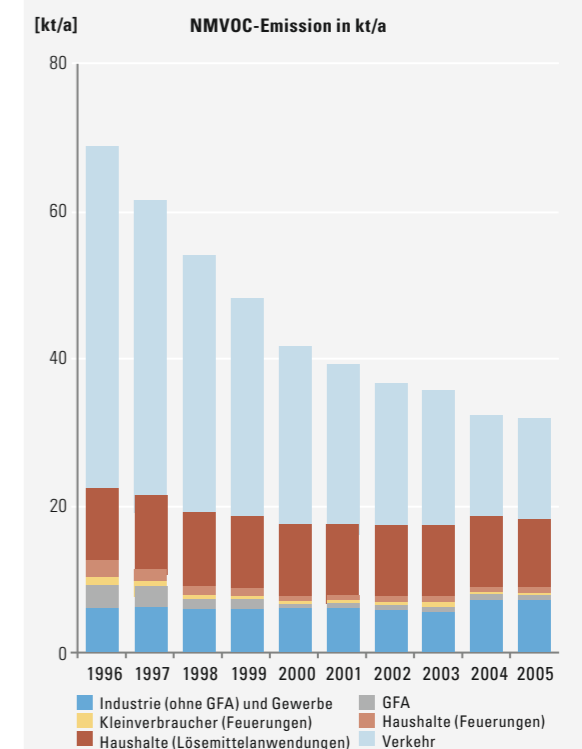


Abb. 4.3: CO-Emission 1996 – 2005

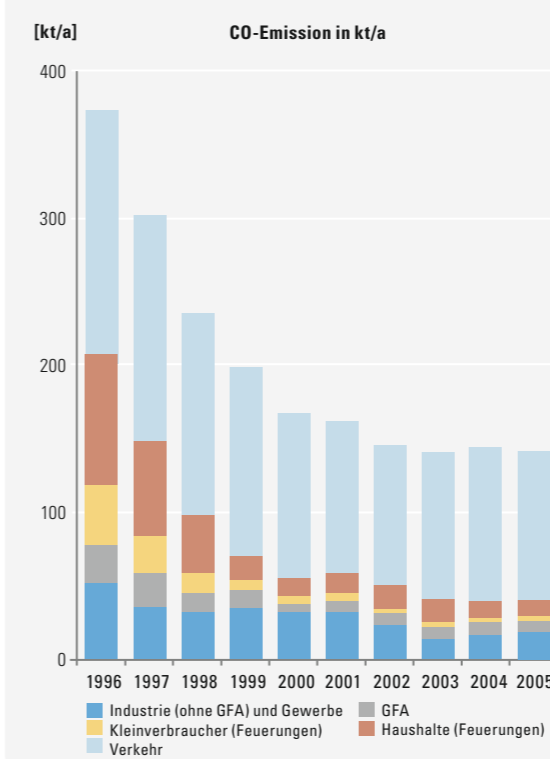


Abb. 4.5: Staub-Emissionen 1996 – 2005

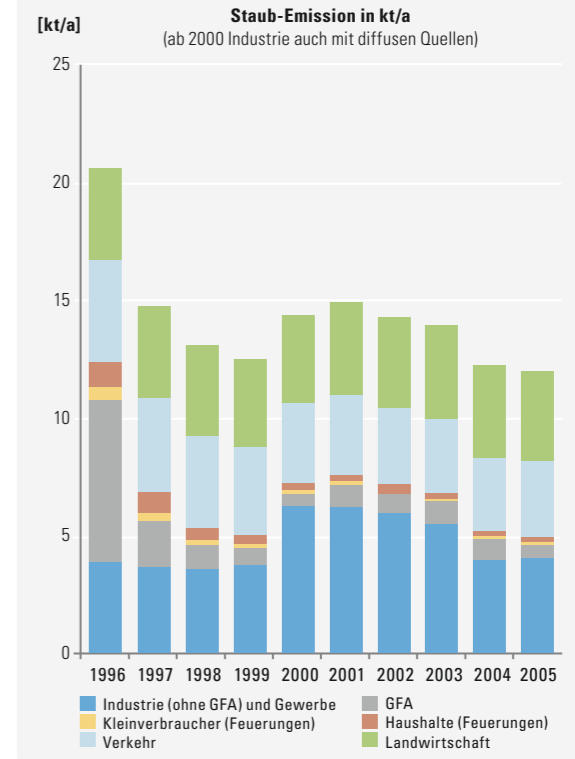
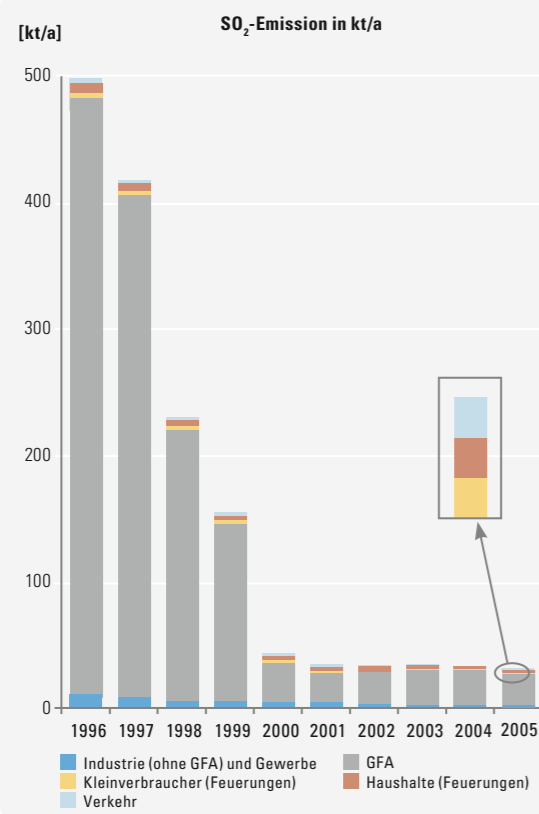


Abb. 4.6: SO<sub>2</sub>-Emission 1996 – 2005



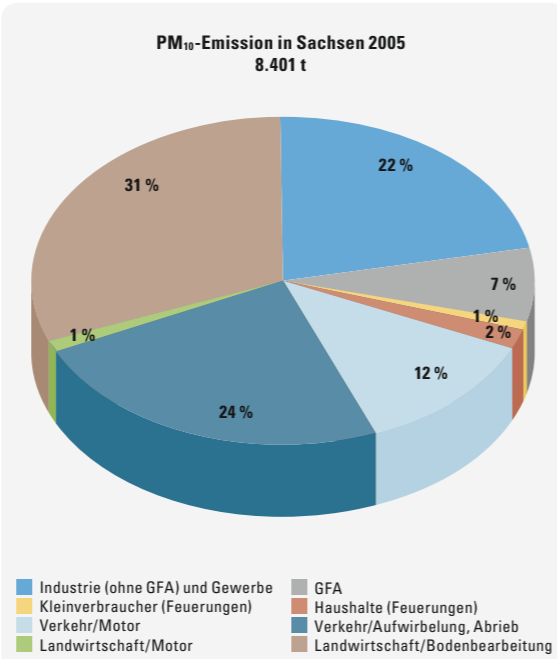
Auf Grund ihrer Lungengängigkeit besitzen feine Staubpartikel eine besondere Gesundheitsrelevanz. Die entsprechenden EU-Richtlinien zum Schutz der menschlichen Gesundheit wurden mit der 22. BImSchV in deutsches Recht umgesetzt.

Die wichtigsten Quellen der als PM<sub>10</sub> (aerodynamischer Partikeldurchmesser bis 10 µm) bezeichneten Staubbfraktion werden in Abb. 4.7 dargestellt, wobei Verkehr (Motoremission, Abriebe von Fahrbahn, Reifen und Bremsen, Aufwirbelung von abgelagertem Staub im Straßen- und Luftverkehr), die Landwirtschaft<sup>1</sup> (landwirtschaftlicher Verkehr, Pflanzenbau, Tierhaltung) und genehmigungsbedürftige Anlagen die Hauptemittenten sind.

Bei der Aufstellung von Luftreinhalte-/Aktionsplänen in den Städten, in denen die gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte noch nicht eingehalten werden, müssen

die Ursachen vor Ort – und insbesondere der Einfluss der von außerhalb in die jeweilige Stadt eingetragenen Luftverschmutzung – präzisiert werden.

Abb. 4.7: Feinstaubanteil (PM<sub>10</sub>) nach Emittentengruppen in Sachsen 2005



NH<sub>3</sub> Emittentengruppen:

- > Landwirtschaft (Tierhaltung, Düngung),
- > Verkehr (NH<sub>3</sub> entsteht hier vor allem durch eine ungewollte Nebenreaktion im Katalysator),
- > Stoffwechsel des Menschen,
- > Sonstiges (Angaben der Anlagenbetreiber, Kompostierung, Pauschale für Kälteanlagen, u. a.).

Wie Abb. 4.8 zeigt, wird die NH<sub>3</sub>-Emission stark durch die Tierbestände, vor allem von Rindern, beeinflusst. Die Emission 2005 ist gegenüber 1996 um ca. 7 % zurückgegangen.

In Abb. 4.9 werden die zeitlichen Verläufe der ermittelten Relativwerte (Basisjahr: 1990) der Emissionen an Versauerungs- und Eutrophierungsgasen im Zeitabschnitt 1996 – 2005 dargestellt. Seit dem Jahr 2000 sind – auf Grund des Wiederanstiegs der NO<sub>x</sub>-Emission der GFA bei gleichzeitiger Verringerung der NO<sub>x</sub>-Emission des Verkehrs nur noch geringe Emissionsminderungen zu verzeichnen.

<sup>1</sup> Landwirtschaftliche Emissionen (wie z. B. auch Emissionen durch Aufwirbelung und Abrieb im Straßen- und Luftverkehr) stammen vor allem aus diffusen Quellen. Die Daten sind deshalb mit einer großen Unsicherheit behaftet und nur als grobe Abschätzung zu bewerten. Die PM<sub>10</sub>-Belastung (vgl. Abb.4.16) ist in ländlichen Gebieten niedrig. Grenzwerte werden dort nicht überschritten.

Abb. 4.8: NH<sub>3</sub>-Emission 1996 – 2005

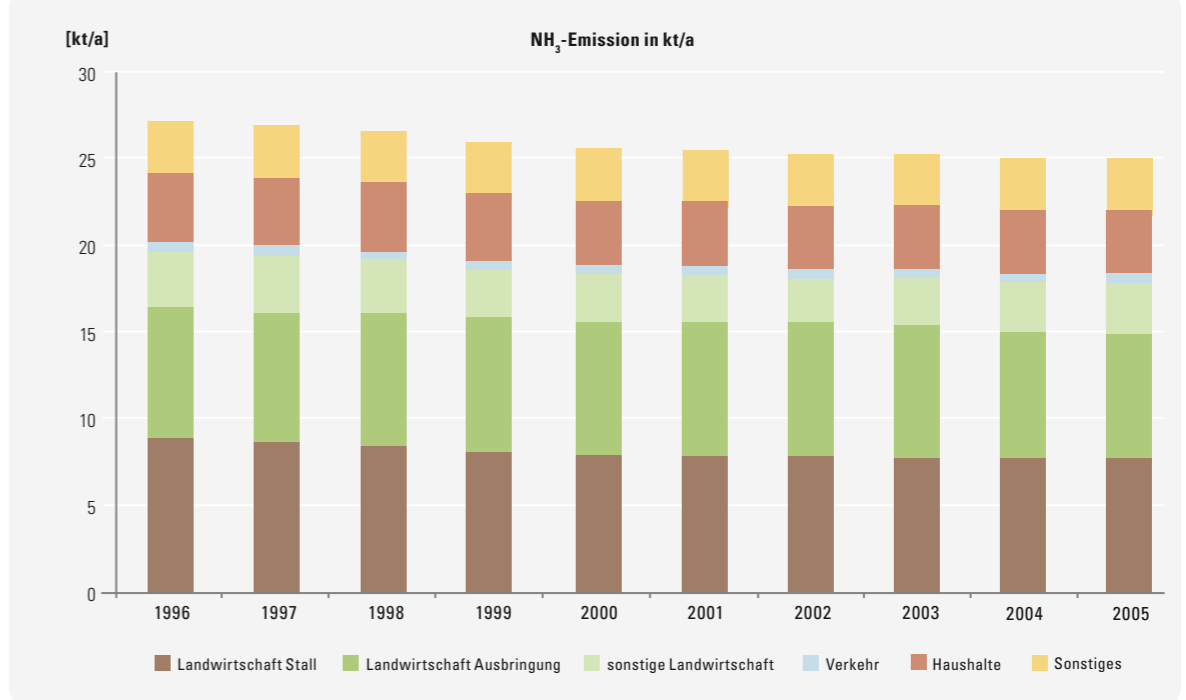
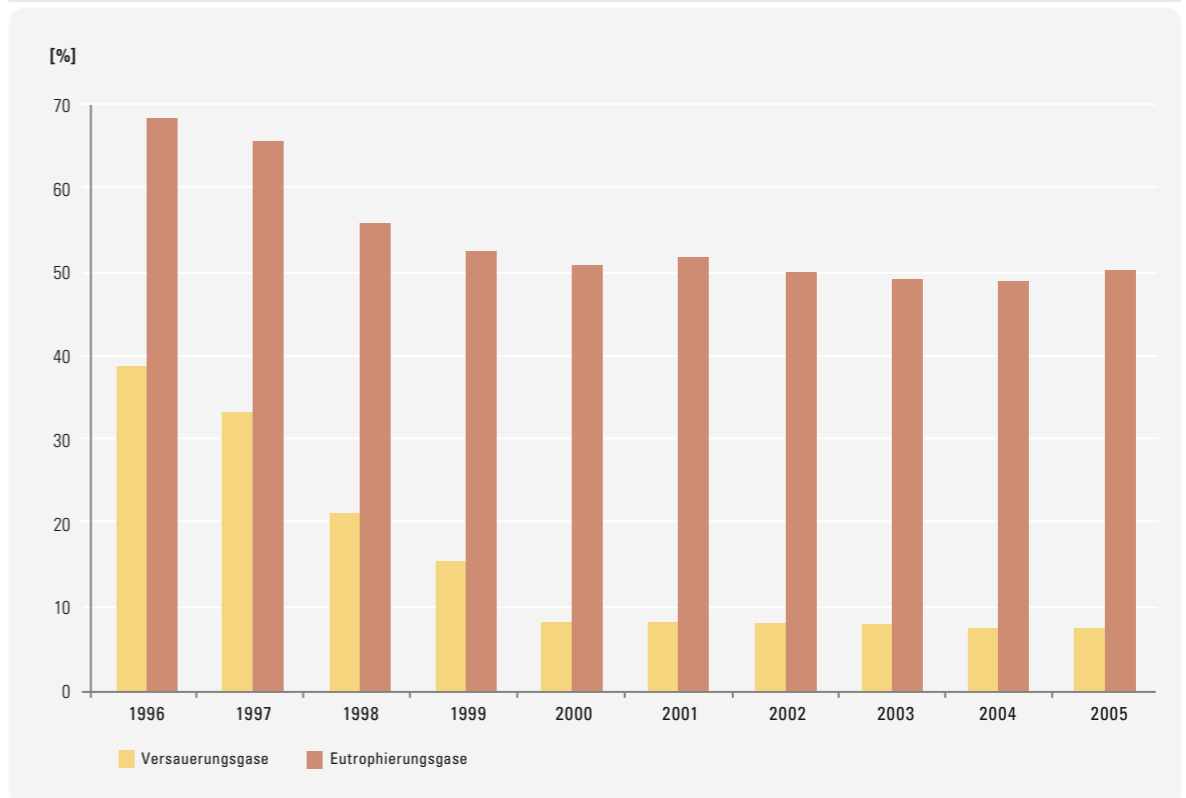


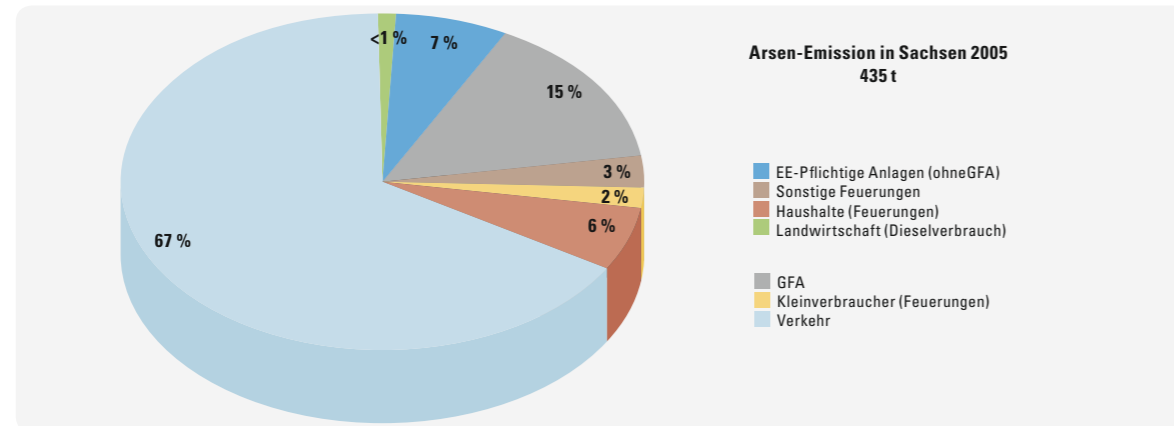
Abb. 4.9: Emissionstrend für Versauerungs- und Eutrophierungsgase (SO<sub>2</sub>, HCl, NO<sub>x</sub> und NH<sub>3</sub> bzw. NO<sub>x</sub> und NH<sub>3</sub>; Bezug: 1990 = 100 %)



Die Emission bestimmter Stoffe und Verbindungen, die als krebserregend klassifiziert sind und damit eine besondere Gefährdung darstellen, ist seit 1990 deutlich rückläufig. Abb. 4.10 zeigt als Beispiel die

Verursacheranteile für die Emission von Arsen und seinen Verbindungen. Die heute gültigen Grenzwerte der Konzentration in der Außenluft (Immissionswerte) werden aber nicht überschritten.

Abb. 4.10: Emissionen von Arsenverbindungen nach Emittentengruppen in Sachsen 2005



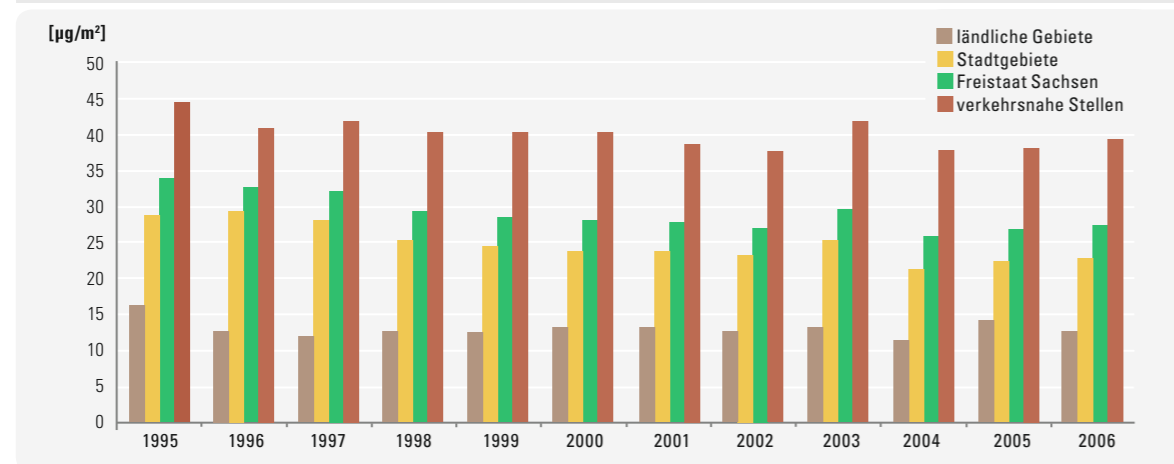
### 4.3 Immissionen

#### Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

Die gebietsbezogenen Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration (Abb. 4.11) weisen von 1995 – 2006 eine Abnahme von 19 % auf. Diese Abnahme verlief bis 2002 kontinuierlich, 2003 war jedoch meteorologisch bedingt eine deutliche Zunahme zu verzeichnen. Die Jahre danach befinden sich wieder auf einem niedrigeren Niveau. Ein gesicherter Trend kann damit nicht abgeleitet werden.

Der ab 2010 geltende Jahres-Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> wurde 2006 an den Messstellen Chemnitz-Leipziger Str. (64 µg/m<sup>3</sup>), Dresden-Bergstr. (61 µg/m<sup>3</sup>), Dresden-Nord (48 µg/m<sup>3</sup>), Leipzig-Mitte (53 µg/m<sup>3</sup>) und Leipzig-Lützner Str. (45 µg/m<sup>3</sup>) deutlich überschritten. Da in den letzten Jahren kein abnehmender Trend beobachtet wurde, ist die Einhaltung des Grenzwertes ab 2010 fraglich und erfordert langfristig wirkende Maßnahmen durch Luftreinhalte- bzw. Aktionspläne.

Abb. 4.11: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration in Sachsen

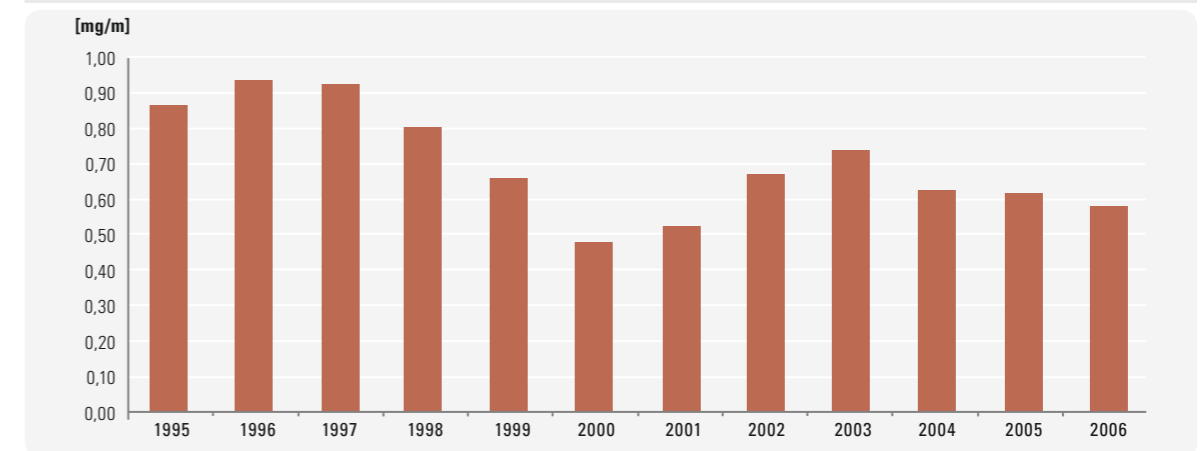


#### Kohlenmonoxid (CO)

Im Zeitraum von 1995 – 2006 ist bei der CO-Konzentration an verkehrsnahen Messstellen (Abb. 4.12) kein eindeutiger Trend erkennbar. Zwischen 1996 und 2000 nahmen die Jahresmittelwerte auf Grund sinkender CO-Emissionen ab, von 2001 stiegen sie bis 2003 jedoch wieder an. Seit 2004 ist wieder eine leichte Abnahme festzustellen. Die Schwankungen in den letz-

ten Jahren sind auf wechselnde meteorologische Verhältnisse zurückzuführen. Trotzdem verbleibt wegen der abnehmenden CO-Emission vor allem Ende der 90er Jahre im Landesmittel von 1995 – 2006 eine Abnahme der CO-Immission von 33 %. Der Grenzwert der 22. BImSchV wurde in den letzten Jahren an keiner sächsischen Messstelle überschritten.

Abb. 4.12: Jahresmittelwerte der CO-Konzentration an verkehrsnahen Messstellen

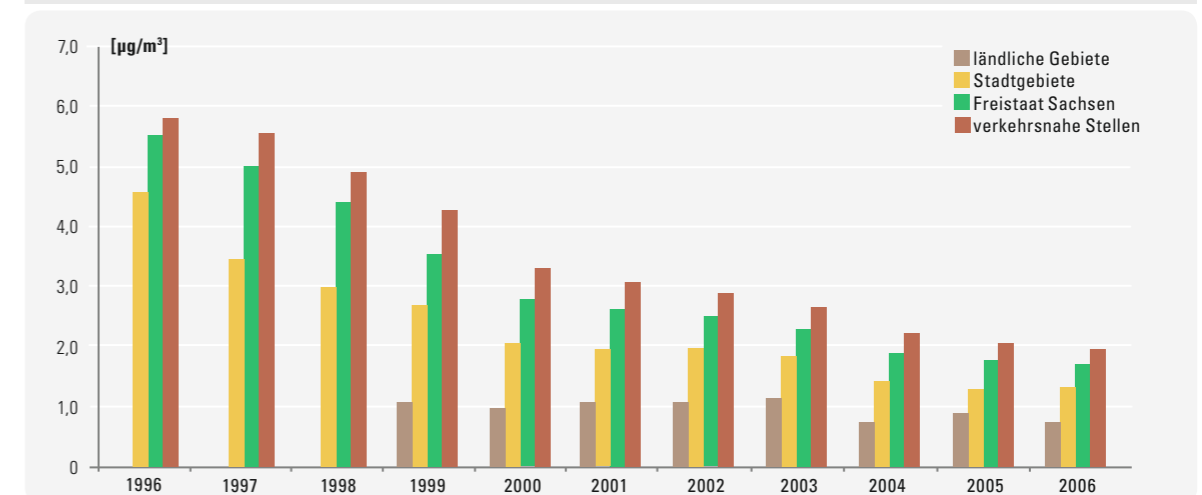


#### Benzol

Benzol ist der einzige vom Straßenverkehr geprägte Luftschadstoff, der unabhängig von den jeweils vorherrschenden meteorologischen Verhältnissen seit 1996 im Landesdurchschnitt kontinuierlich abgenommen hat (Abb. 4.13). Landesweit ist eine Abnahme um 67 % zu verzeichnen. Sie geht auf die Verringerung des Benzol-

gehaltes im Kraftstoff und auf die bessere Ausstattung der Kfz mit Katalysatoren zurück. Der ab 2010 geltende EU-Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit wird seit mehreren Jahren an allen Messstellen eingehalten. Mit einer Überschreitung des Grenzwertes ist auch in Zukunft nicht zu rechnen.

Abb. 4.13: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der Benzol-Konzentration in Sachsen



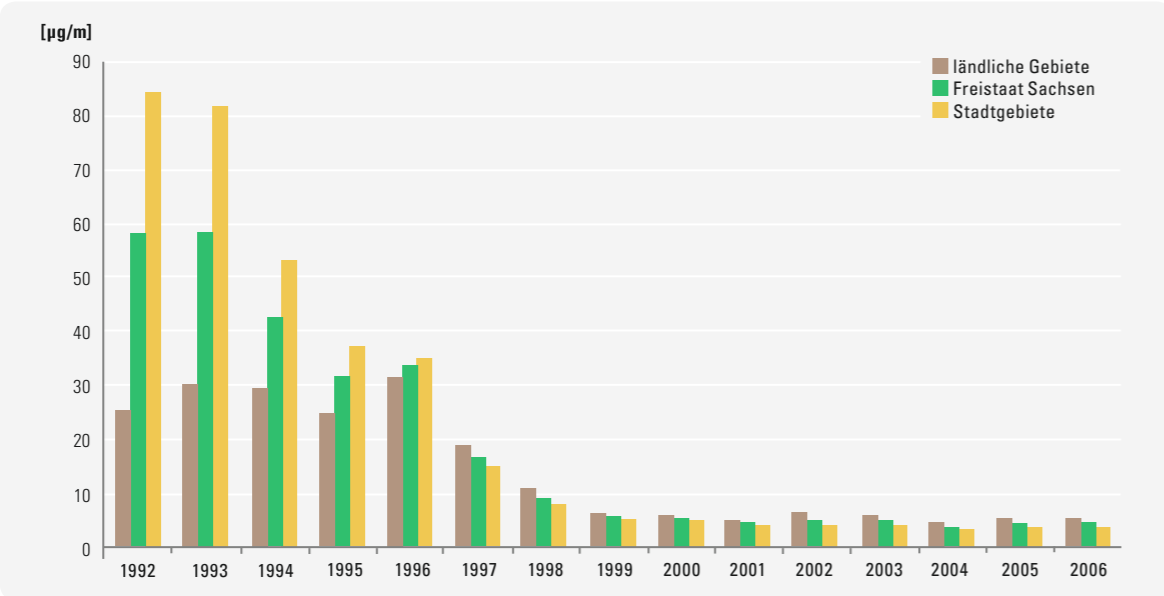
### Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)

Durch die konsequente Modernisierung von Großfeuerungsanlagen und durch die Umrüstung auf neue Energieträger (Erdgas und Erdöl) – auch bei Kleinfeuerungsanlagen (Hausbrand) – nahm die SO<sub>2</sub>-Immission seit 1992 um über eine Zehnerpotenz ab und befindet sich seit 1999 etwa auf dem gleichen Niveau (Abb. 4.14). Die chronische und akute Belastung hat sich auf einem Niveau eingepegelt, in dem Einflüsse auf die menschliche Gesundheit und die Vegetation kaum noch nachzuweisen sind. Die Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Ökosysteme werden in Sachsen eingehalten.



Luftmessstation der UBG auf dem Schwarzenberg; Foto: UBG

Abb. 4.14: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der SO<sub>2</sub>-Konzentration in Sachsen

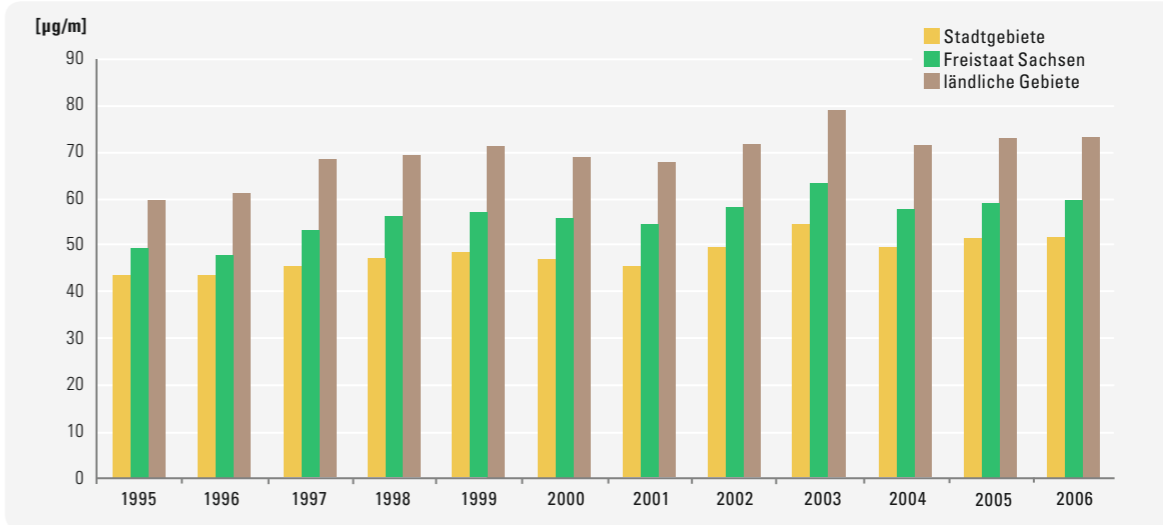


### Ozon (O<sub>3</sub>)

Die Jahresmittelwerte der O<sub>3</sub>-Konzentration (Abb. 4.15) sind sowohl in den Städten als auch in ländlichen Gebieten Sachsens von 1995 – 2003 angestiegen. Dieser Anstieg wird an der Stadtrandstation Radebeul-Wahnsdorf, an der seit 1974 eine lückenlose Messreihe vorliegt, bereits seit Beginn der Messungen beobachtet. Der statistisch gesicherte Anstieg der O<sub>3</sub>-Belastung beträgt an dieser Messstelle 1,3 µg/m<sup>3</sup> O<sub>3</sub> pro Jahr. Von 2004 – 2006 liegen die Jahresmittelwerte wieder etwas unter dem Niveau von 2003. Neben einem großräumigen überregio-

nalen Anstieg von sog. Vorläuferstoffen (NO<sub>x</sub>, CO und NMVOC) bis in die Mitte der 90er Jahre haben wahrscheinlich im letzten Jahrzehnt auch klimatologische Einflüsse dazu beigetragen. Die Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und zum Schutz der Vegetation werden an über der Hälfte der Messstellen überschritten. Das in der 33. BImSchV festgelegte Programm zur Verminderung der Ozonkonzentration und Einhaltung der Emissionshöchstmengen von Ozonvorläuferstoffen wird deshalb weiterhin kontinuierlich umgesetzt.

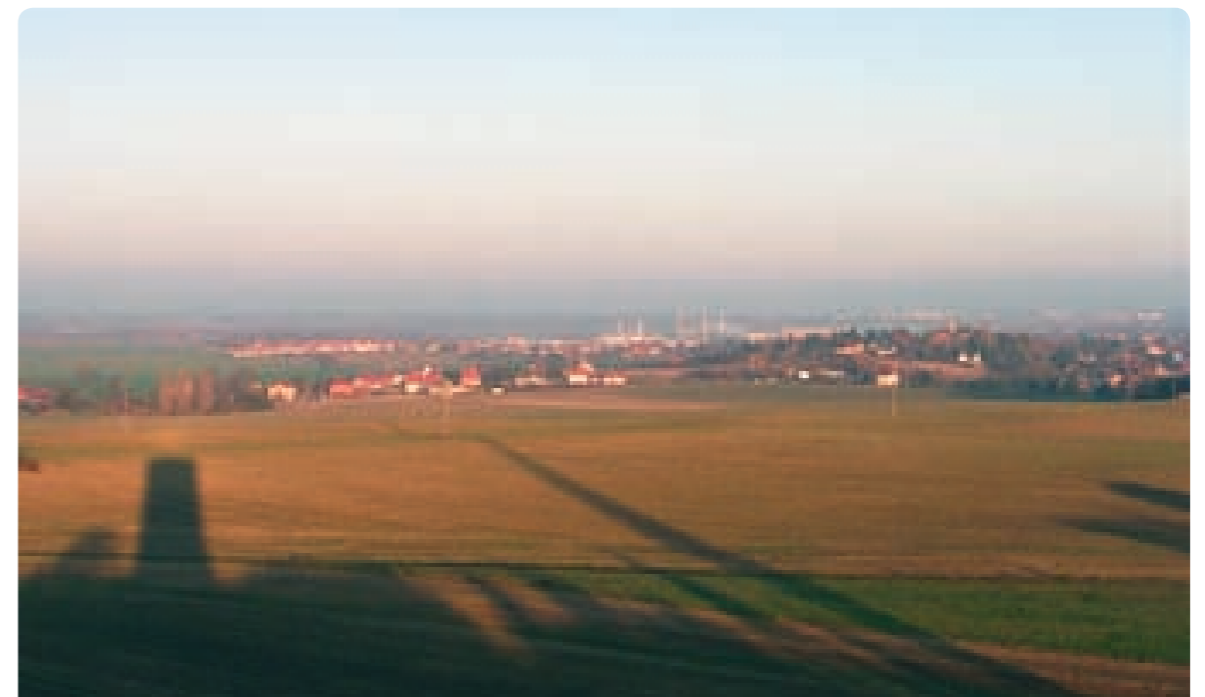
Abb. 4.15: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der Ozonkonzentration in Sachsen



### PM<sub>10</sub>-Partikel (Feinstaub)

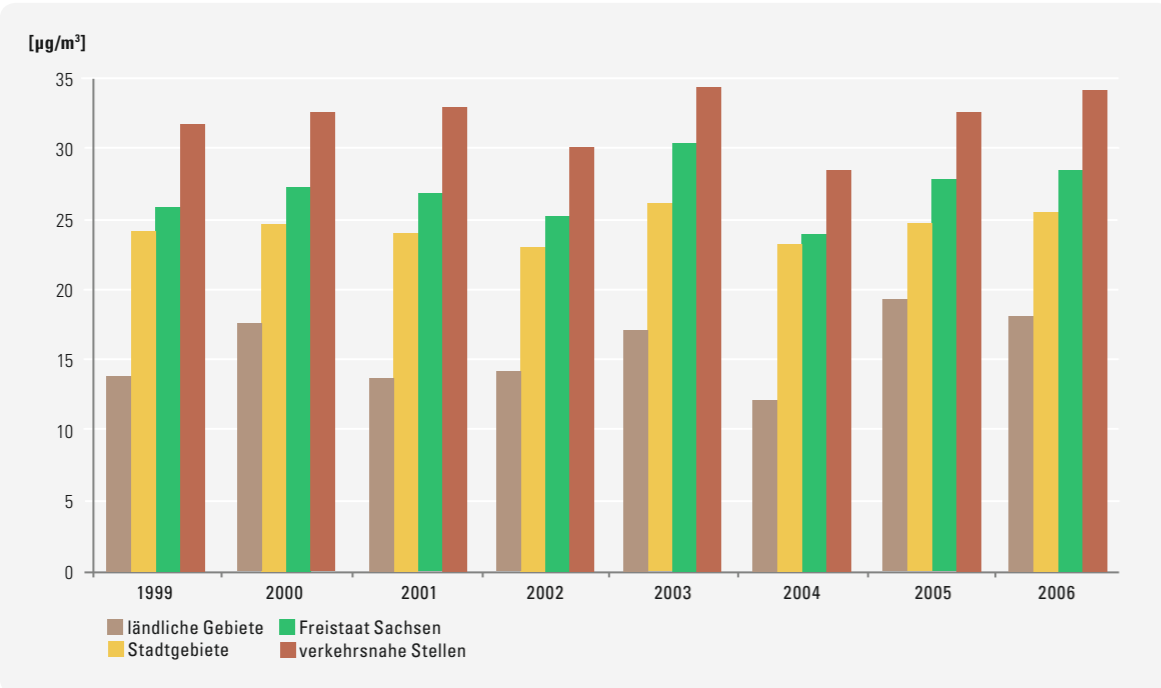
In der Zeitreihe der gebietsbezogenen Jahresmittelwerte der PM<sub>10</sub>-Konzentration (Abb. 4.16) an den Messstellen ist von 1999 – 2006 kein eindeutiger Trend erkennbar. Die Schwankungen in den letzten Jahren sind auf wechselnde meteorologische Verhältnisse zurückzuführen. Der Jahresgrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit von 40 µg/m<sup>3</sup> wurde nur

2003 an der Messstelle Leipzig-Lützner Straße geringfügig überschritten. Der 24-Stunden-Grenzwert der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen von 50 µg/m<sup>3</sup> wurde 2005 an den Messstellen Chemnitz-Leipziger Straße, Dresden-Bergstraße, Dresden-Mitte, Dresden-Nord, Görlitz, Leipzig-Lützner Straße und Leipzig-Mitte mehr als zulässig überschritten, 2006 kam Plauen hinzu.



Inversionsschicht nördlich von Dresden bei hoher Feinstaubbelastung; Foto: LfUG

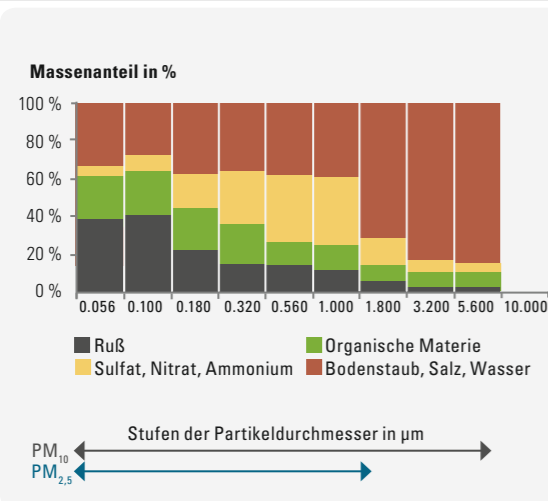
Abb. 4.16: Gebietsbezogene Jahresmittelwerte der PM<sub>10</sub>-Konzentration in Sachsen



**Bestandteile und Inhaltsstoffe im PM<sub>10</sub>**

Im Rahmen eines Forschungsvorhabens des LFUG (2003 – 2004) wurde die Zusammensetzung und Herkunft des Feinstaubes der Umgebungsluft an einem Ort mit hohem Verkehrsaufkommen untersucht, wobei neben PM<sub>10</sub> auch deutlich kleinere Partikeldurchmesser berücksichtigt wurden. Abb. 4.17 zeigt die jeweils ermittelten Anteile von Ruß und anderen Bestandteilen.

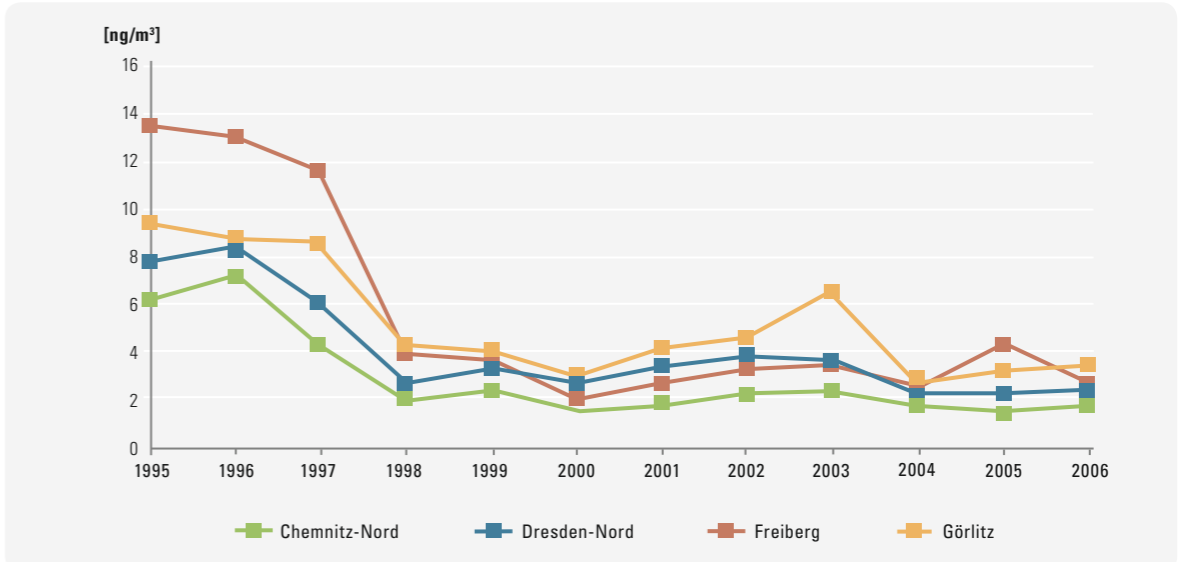
Abb. 4.17: Mittlere Verteilung der Partikel-Hauptbestandteile (MOUDI-Impaktor)



In Sachsen werden im PM<sub>10</sub> an ausgewählten Messstellen regelmäßig verschiedene Schwermetalle und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe analysiert. In den EU-Richtlinien wird für Blei ein Grenzwert (gültig seit 2005) und für die Schwermetalle Arsen, Cadmium und Nickel, sowie für den polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoff Benzo(a)Pyren (BaP) Zielwerte ausgewiesen, die ab 2013 einzuhalten sind. Der Grenzwert für Blei wird seit vielen Jahren deutlich unterschritten. Auch die Einhaltung der Zielwerte für die Schwermetalle Cadmium und Nickel wird unproblematisch sein. Im Bereich des Zielwertes liegen jedoch Arsen und BaP.

Die Entwicklung der Arsen-Konzentration (Abb. 4.18) in den Jahren 1995 – 2006 zeigt an verschiedenen verkehrsnahen Messstellen nach einer kontinuierlichen Abnahme der Messwerte von 1995 – 1998 nur noch geringfügige, meteorologisch bedingte Schwankungen auf. Der ab 2013 geltende Jahresgrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit von 6,0 ng/m<sup>3</sup> wurde seit 1998 nur noch einmal im Jahr 2003 in Görlitz überschritten. Die BaP-Zielwertüberschreitungen in Görlitz sind unter anderem auf das unsanierte Braunkohlenheizwerk in Zgorzelec zurückzuführen, das jedoch in naher Zukunft saniert werden soll.

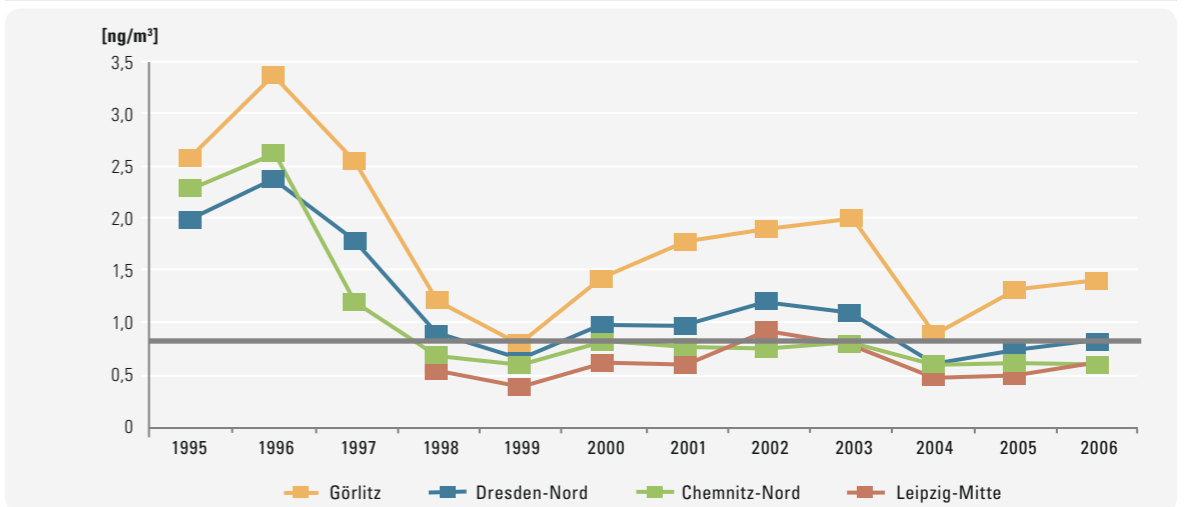
Abb. 4.18: Entwicklung der Arsen-Mittelwerte in den Jahren 1995 – 2006 in Sachsen



Die Jahresmittelwerte für BaP (Abb. 4.19) zeigen nach der Abnahme von 1995 – 1999 eine uneinheitliche Tendenz. Nach der 4. Tochterrichtlinie zur Luftqualitätsrahmenrichtlinie ist ab 2013 für BaP ein Jahres-Zielwert

von 1,0 ng/m<sup>3</sup> einzuhalten. Dieser Zielwert wurde seit 1999 an den Messstellen Dresden-Nord (vereinzelt) und Görlitz (meistens) überschritten.

Abb. 4.19: Entwicklung der BaP-Jahreswerte in den Jahren 1995 – 2006 in Sachsen



**Luftreinhaltepläne**

Aufgrund von Grenzwertüberschreitungen bei der Schadstoffkomponente PM<sub>10</sub> in den Jahren 2003 und 2004 wurden für die Stadt Leipzig ein Luftreinhalte- und ein Aktionsplan erarbeitet, in denen Maßnahmen zur Reduzierung der Luftbelastung ausgewiesen sind. Im Jahr 2005 wurden in den Städten Dresden, Leipzig,

Chemnitz und Görlitz die Grenzwerte für PM<sub>10</sub> überschritten, für NO<sub>2</sub> in Chemnitz und Dresden. Und 2006 kam es in Plauen zu einer PM<sub>10</sub>-Grenzüberschreitung. Für diese Städte werden deshalb zurzeit Luftreinhaltepläne erarbeitet.

<http://www.luft.sachsen.de>