

# LUFTQUALITÄT



[auto-umwelt.at](https://www.auto-umwelt.at)

# Kapitel 2: LUFTQUALITÄT

## verfügbare weitere Inhalte:

- Kapitel 1: EMISSIONEN
- Kapitel 2: LUFTQUALITÄT
- Kapitel 3: LÄRM
- Kapitel 4: FLÄCHENVERBRAUCH
- Kapitel 5: UMWELTFREUNDLICHE FAHRZEUGANTRIEBE
- Kapitel 6: KRAFTSTOFFE
- Kapitel 7: FAHRSTIL
- Kapitel 8: GESETZLICHE VORSCHRIFTEN

### **Österreichischer Verein für Kraftfahrzeugtechnik (ÖVK)**

Elisabethstraße 26  
1010 Wien

Tel.: +43 1 5852741 – 0  
Fax.: +43 1 5852741 -99  
E-Mail: [info@oevk.at](mailto:info@oevk.at)  
Internet: [www.oevk.at](http://www.oevk.at)

## INHALT

1	IMMISSIONEN .....	1
2	KOHLENMONOXID (CO) .....	2
3	KOHLENWASSERSTOFFE (HC) .....	5
4	BENZOL (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ) .....	5
5	STICKSTOFFDIOXID – NO <sub>2</sub> .....	8
6	PARTIKEL BZW. FEINSTAUB (PM BZW. PM <sub>10</sub> ) .....	12
7	SCHWEFELDIOXID (SO <sub>2</sub> ) .....	17
8	OZON (O <sub>3</sub> ) .....	20

# 1 IMMISSIONEN

## Sind auf die Umwelt einwirkende Luftschadstoffe, die es zu reduzieren gilt.

Die Verschmutzung der Luft stellt sowohl eine Gefährdung der menschlichen Gesundheit als auch der Umwelt dar.

Zum dauerhaften Schutz der Gesundheit des Menschen, des Tier- und Pflanzenbestandes, ihrer Lebensgemeinschaften, Lebensräume und deren Wechselbeziehungen vor schädlichen Luftschadstoffen verfolgen die EU und deren Mitgliedsstaaten neben der Reduzierung der Treibhausgase das Ziel der Luftqualitätsverbesserung.

Um dieses Ziel zu erreichen, werden für relevante chemische Komponenten höchst zulässige Immissionsgrenzkonzentration vorgeschrieben.

Die Entwicklung der Luftqualität ist zusammenfassend als überwiegend positiv zu bewerten.

Die Kohlenmonoxid-, und Schwefeldioxidkonzentrationen konnten durch umfangreiche Bemühungen aller relevanten Emittenten drastisch reduziert werden. Die Konzentration in der Luft lag bei diesen chemischen Komponenten im Jahr 2008 um 61% bzw. 84% niedriger als im Jahr 1991.

Die Entwicklungen der Immissionskonzentrationen von Stickstoffdioxid und Feinstaub sind örtlich differenziert zu betrachten. Im städtischen Hintergrund konnten beide Komponenten um 30% bzw. 29% deutlich reduziert werden.

Verkehrsnah wurden jedoch keine relevanten Veränderungen erzielt, sodass hier weiterer Handlungsbedarf besteht. Die aktuell laufende Einführung moderner Abgasnachbehandlungstechnologien wie Partikelfilter- und De-NO<sub>x</sub>-Systeme und das Ausscheiden alter Kraftfahrzeuge mit höheren spezifischen Emissionen lassen zukünftig jedoch stark sinkende Emissionen im Verkehrssektor erwarten. Sofern zusätzlich weitere, relevante Emittenten zur Emissionsreduktion beitragen, ist von einer sukzessiven Abnahme der Immissionskonzentrationen auszugehen.

Eine überblicksweise Beurteilung der Luftqualität ist in **Tabelle 1** wiedergegeben.

Chemische Komponente		Städtischer Hintergrund	städtisch verkehrsnah
Kohlenmonoxid	CO	😊	😊
Stickstoffdioxid	NO <sub>2</sub>	😊	😞
Feinstaub	PM <sub>10</sub>	😊	😞
Schwefeldioxid	SO <sub>2</sub>	😊	😊

Tabelle 1: Entwicklung der Luftqualität als Trend ausgewählter europäischer Städte

## 2 KOHLENMONOXID (CO)

### Kein Problem mehr

Im Folgenden werden die Umweltwirkungen und der Einfluss von Kohlenmonoxid (CO) auf die Luftqualität ausgewählter Städte in Österreich, Deutschland und der Schweiz diskutiert

#### UMWELTWIRKUNGEN

CO ist eine chemische Verbindung aus Kohlenstoff (C) und Sauerstoff (O) und zählt zur Gruppe der Kohlenstoffoxide. Es ist ein sehr giftiges, farbloses, geruchloses und geschmackloses Gas. Es entsteht bei der unvollständigen Oxidation (Verbrennung) von Kohlenstoff. [1]

Zur Gewährleistung der Luftqualität zum langfristigen Schutz der menschlichen Gesundheit wird der Immissionswert von CO durch das Immissionsschutzgesetz-Luft gesetzlich beschränkt. Der gleitende Achtstundenmittelwert darf einen Konzentrationswert von 10 mg/m<sup>3</sup> nicht überschreiten. [2]

#### *Auswirkungen auf die Umwelt:*

CO trägt zur photochemischen Bildung von bodennahem Ozon bei, da es mit anderen reaktiven Partnern innerhalb mehrerer komplexer Reaktionsschritte die Oxidation von NO zu NO<sub>2</sub> ohne Ozonabbau (O<sub>3</sub>) bewirkt. [3]

#### *Auswirkungen auf den Menschen:*

CO ist ein Atemgift, da es sich rund 325 Mal stärker an den roten Blutfarbstoff Hämoglobin bindet als Sauerstoff. Dadurch verringert es die Sauerstoff-Transportkapazität des Blutes und beeinträchtigt die Freisetzung des Sauerstoffs im Hämoglobin, was zu einer Sauerstoffunterversorgung führt. [1]

Messbare Wirkungen /Kopfschmerzen und leichte Übelkeit) treten bei Konzentrationen von 250 µg/m<sup>3</sup> nach einer Exposition von 2 Stunden auf.

Die heute auftretenden Luftqualitätswerte sind unkritisch; der CO-Grenzwert wird weit unterschritten.

#### IMMISSIONSENTWICKLUNG AUSGEWÄHLTER STÄDTE

Bei den folgenden Darstellungen handelt es sich um Verläufe der Jahresmittelwerte. Dabei wird in verkehrsnahen Messstellen und Messstellen im städtischen Hintergrund unterschieden. Die in den Abbildungen rot strichlierte Linie stellt den Mittelwert der verfügbaren<sup>1</sup> Messwerte dar.

Für die chemische Komponente CO zeigt sich sowohl an den Messstellen im Hintergrund, dargestellt in **Abbildung 1**, wie auch an den verkehrsnahen Messstellen, wiedergegeben in **Abbildung 2**, eine abnehmende Tendenz. Die Konzentrationswerte sinken im Durchschnitt im Hintergrund zwischen 1991 und 2008 um 61,5%. An den Verkehrsmessstellen wird eine Reduktion von 74,6% erreicht.

Das Konzentrationsniveau an verkehrsnahen Messstellen, welches 1991 noch um den Faktor 2,6 über dem Hintergrundniveau lag, nähert sich stetig dem Hintergrund an, sodass es 2008 um den Faktor 1,7 höher liegt.

---

<sup>1</sup> Hinweis: Nicht jede Messstelle ist in jedem Jahr aktiv, bzw. liefert eine ausreichende Anzahl an verwertbaren Messwerten.

Insbesondere die Einführung des Dreiwegekatalysators und das Ausscheiden von alten Kraftfahrzeugen ohne Abgasnachbehandlung sorgen an den verkehrsnahen Messstellen für diese umfangreichen Reduktionen.

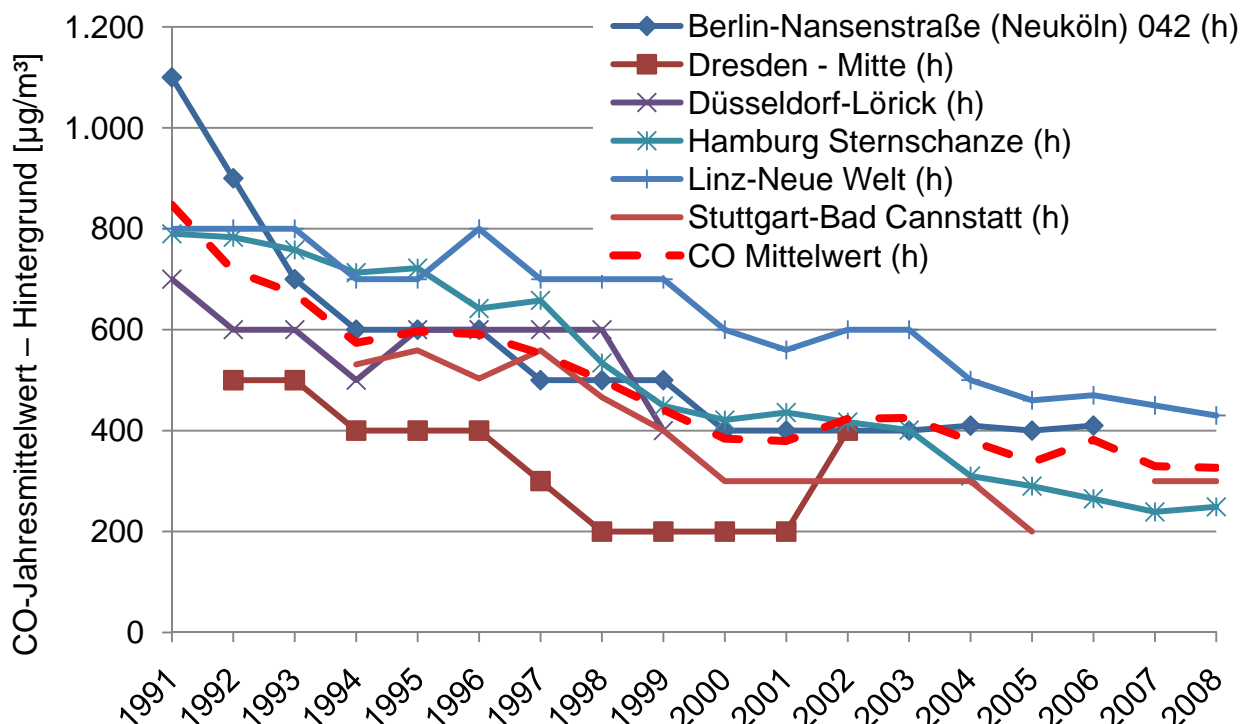


Abbildung 1: CO-Jahresmittelwerte der Immissionskonzentration an ausgewählten Hintergrundmessstellen [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12]

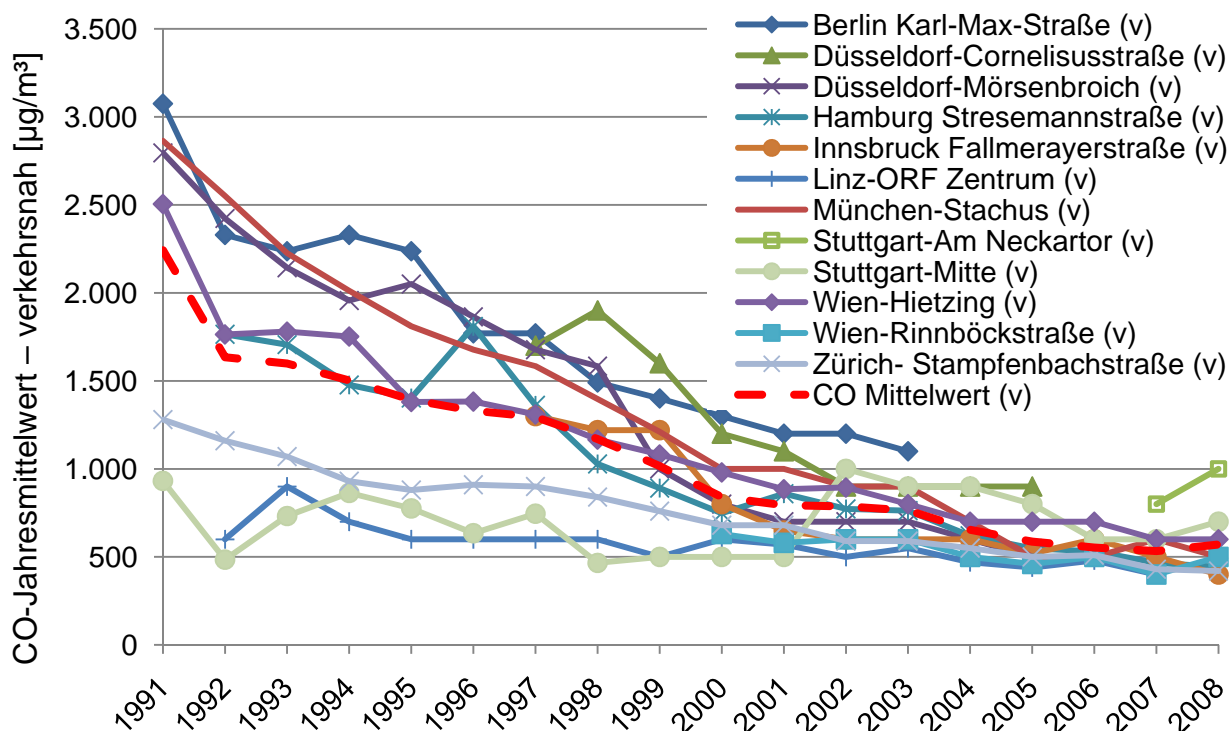


Abbildung 2: CO-Jahresmittelwerte der Immissionskonzentration an ausgewählten Verkehrsmessstellen [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10],[11], [12], [13]

## LITERATURVERZEICHNIS

- [1] **Geringer, B.:** *Skriptum zur Vorlesung 315.018 - Verbrennungskraftmaschinen Grundzüge*. Wien: Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Kraftfahrzeugbau der TU Wien, 2006. B06006.
- [2] **Nationalrat der Republik Österreich:** Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe, mit dem die Gewerbeordnung 1994, das Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen, das Berggesetz 1975, das Abfallwirtschaftsgesetz und das Ozongesetz geändert werden (IG-L). *Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich*. 2006, BGBl. I Nr. 115/1997 zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 34/2006.
- [3] **Senatsverwaltung für Stadtentwicklung:** Digitaler Umweltatlas Berlin. *Berlin.de - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung*. [Online] 2008. [Zitat vom: 14. 11 2008.] [http://stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/dinh\\_03.htm](http://stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/dinh_03.htm).
- [4] **Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz:** *Luftgütemessdaten*. Berlin: Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, 1991-2008 (jährlich).
- [5] **Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie:** *Jahresbericht zur Immissionssituation*. Dresden: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 1991-2008 (jährlich).
- [6] **Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW:** *EU-Jahreskenngrößen*. Düsseldorf: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, 1991-2008.
- [7] **Institut für Hygiene und Umwelt - Bereich Umweltuntersuchungen / Luft:** *Hamburger Luftmessnetz*. Hamburg: Freie und Hansestadt Hamburg - Behörde für Soziales, Familie, Gesundheit und Verbraucherschutz, 1991-2008.
- [8] **Amt der Tiroler Landesregierung, Abt. Waldschutz:** *Luftgüte in Tirol*. Innsbruck: Amt der Tiroler Landesregierung, 1991-2008.
- [9] **Umwelt Prüf- und Überwachungsstelle des Landes Oberösterreich:** *Jahresbericht der Luftgüteüberwachung in Oberösterreich*. Linz: Umwelt Prüf- und Überwachungsstelle des Landes Oberösterreich, 1991-2008.
- [10] **LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg:** *Kenngrößen der Luftqualität*. Karlsruhe: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, 1991-2008.
- [11] **Amt der Wiener Landesregierung MA 22-Umweltschutz:** *Jahresbericht - Luftgütemessungen der Umweltschutzabteilung der Stadt Wien*. Wien: Amt der Wiener Landesregierung MA 22-Umweltschutz, 1991-2008.
- [12] **Bundesamt für Umwelt BAFU:** *Immissionsmesswerte Schweiz*. Bern: Bundesamt für Umwelt BAFU, 1991-2008.
- [13] **Bayerisches Landesamt für Umwelt:** *Auswertung der an den LÜB Stationen gemessenen Konzentrationen nach der 22. und 33. BImSchV*. München: Bayerisches Landesamt für Umwelt, 1991-2008.

### 3 KOHLENWASSERSTOFFE (HC)

#### Beobachtung eingestellt

Die Belastung unserer Luft mit Kohlenwasserstoffen (HC) hat so stark abgenommen, dass die Beobachtungen der Umweltbehörden Mitte der neunziger Jahre eingestellt wurden.

### 4 BENZOL (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

#### Kein Problem mehr

Die umfassenden Reduktionen der Benzolimmissionen, die schon in den 80er-Jahren begonnen haben, wurden durch die Absenkung des Benzolgehalts (auf weniger als 1% Benzol) im Ottokraftstoff noch stärker herabgesetzt, sodass die aktuellen Immissionswerte sowohl an den in **Abbildung 1** dargestellten Hintergrundmessstellen, als auch an den in **Abbildung 2** wiedergegebenen verkehrsnahen Messstellen niedrigste Werte erreichen. Dadurch wird der ab 2010 in den EU-Staaten gültige Luftqualitätsgrenzwert von 5 µg/m<sup>3</sup> selbst an verkehrsnahen Messstellen, siehe Abbildung 2 bereits seit 2000 unterschritten.

Bei den folgenden Darstellungen handelt es sich um Verläufe der Jahresmittelwerte. Dabei wird in verkehrsnahen Messstellen und Messstellen im städtischen Hintergrund unterschieden. Die in den Abbildungen rot strichlierte Linie stellt den Mittelwert der verfügbaren<sup>1</sup> Messwerte dar.

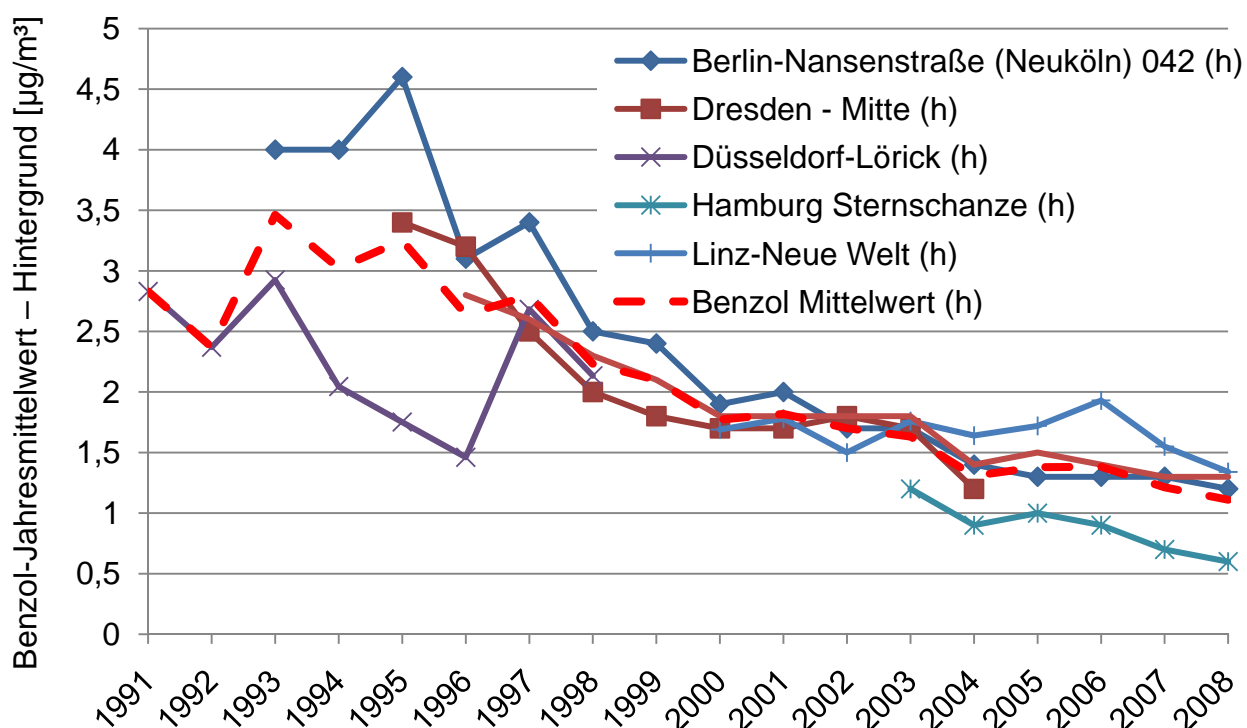


Abbildung 1: Benzol-Jahresmittelwerte der Immissionskonzentration an ausgewählten Hintergrundmessstellen [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9]

<sup>1</sup> Hinweis: Nicht jede Messstelle ist in jedem Jahr aktiv, bzw. liefert eine ausreichende Anzahl an verwertbaren Messwerten.



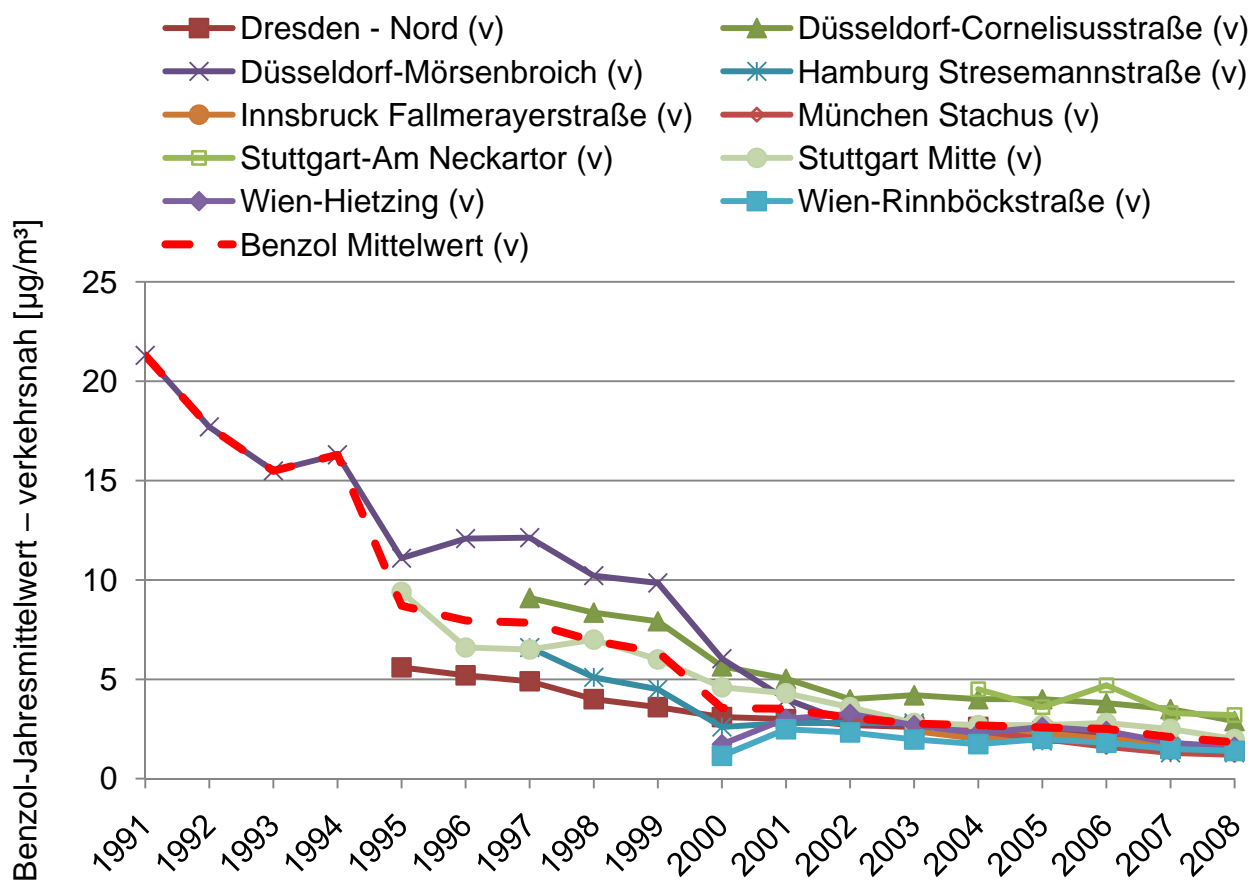


Abbildung 2: Benzol-Jahresmittelwerte der Immissionskonzentration an ausgewählten Verkehrsmessstellen [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10]

**LITERATURVERZEICHNIS**

- [1] **Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz:** *Luftgütemessdaten*. Berlin: Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, 1991-2008 (jährlich).
- [2] **Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie:** *Jahresbericht zur Immissionsituation*. Dresden: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 1991-2008 (jährlich).
- [3] **Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW:** *EU-Jahreskenngrößen*. Düsseldorf: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, 1991-2008.
- [4] **Institut für Hygiene und Umwelt - Bereich Umweltuntersuchungen / Luft:** *Hamburger Luftmessnetz*. Hamburg: Freie und Hansestadt Hamburg - Behörde für Soziales, Familie, Gesundheit und Verbraucherschutz, 1991-2008.
- [5] **Amt der Tiroler Landesregierung, Abt. Waldschutz:** *Luftgüte in Tirol*. Innsbruck: Amt der Tiroler Landesregierung, 1991-2008.
- [6] **Umwelt Prüf- und Überwachungsstelle des Landes Oberösterreich:** *Jahresbericht der Luftgüteüberwachung in Oberösterreich*. Linz: Umwelt Prüf- und Überwachungsstelle des Landes Oberösterreich, 1991-2008.
- [7] **LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg:** *Kenngrößen der Luftqualität*. Karlsruhe: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, 1991-2008.
- [8] **Amt der Wiener Landesregierung MA 22-Umweltschutz:** *Jahresbericht - Luftgütemessungen der Umweltschutzabteilung der Stadt Wien*. Wien: Amt der Wiener Landesregierung MA 22-Umweltschutz, 1991-2008.
- [9] **Bundesamt für Umwelt BAFU:** *Immissionsmesswerte Schweiz*. Bern: Bundesamt für Umwelt BAFU, 1991-2008.
- [10] **Bayerisches Landesamt für Umwelt:** *Auswertung der an den LÜB Stationen gemessenen Konzentrationen nach der 22. und 33. BImSchV*. München: Bayerisches Landesamt für Umwelt, 1991-2008.

## 5 STICKSTOFFDIOXID – NO<sub>2</sub>

### Die derzeitige Herausforderung

Im Folgenden werden die Umweltwirkungen und der Einfluss von Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) auf die Luftqualität ausgewählter Städte in Österreich, Deutschland und der Schweiz diskutiert.

### UMWELTWIRKUNGEN

Stickstoffdioxid ist gasförmig und besteht aus den chemischen Komponenten Stickstoff (N) und Sauerstoff (O). In der motorischen Verbrennung entsteht Stickstoffmonoxid, das sich in der Umgebungsluft in kurzer Zeit in NO<sub>2</sub> umwandelt. [1]

In der Atmosphäre entsteht NO<sub>2</sub> primär aus der Oxidation von NO. Ozon dient dabei als Oxidationsmittel.

Zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation wird für NO<sub>2</sub> ein Immissionszielwert von 80 µg/m<sup>3</sup> als Tagesmittelwert festgelegt. [2]

Zum langfristigen Schutz der menschlichen Gesundheit werden für NO<sub>2</sub> weitere Immissionsgrenzwerte vorgeschrieben. Der Halbstundenmittelwert darf eine Konzentration von 200 µg/m<sup>3</sup> nicht überschreiten und der Jahresmittelwert ist mit 35 µg/m<sup>3</sup> (ab 2012 30 µg/m<sup>3</sup>) nach oben beschränkt. [3]

#### *Auswirkungen auf die Umwelt:*

Stickstoffdioxid ist ein Säurebildner und führt über die Bildung von Salpetersäure (HNO<sub>3</sub>) zu saurem Regen (Niederschlag mit einem geringeren pH-Wert als in reinem Wasser). Weitere negative Auswirkungen auf die Umwelt sind die Ozonbildung unter Einwirkung von UV-Strahlung und die Smog-Bildung. Stickstoffdioxid trägt in den Wintermonaten durch eine Reaktion mit Ammoniak auch zur Feinstaubkonzentration (als Ammoniumnitrat) bei. [1], [4], [5]

#### *Auswirkungen auf den Menschen:*

Die säurebildenden Eigenschaften von Stickstoffdioxid sind für den Menschen giftig und führen zur Reizung der Schleimhäute. Bei lang andauernder erhöhter NO<sub>2</sub>-Belastung werden Lunge, Milz, Leber und Blut beeinträchtigt. [1], [6], [7]

### IMMISSIONSENTWICKLUNG AUSGEWÄHLTER STÄDTE

Bei den folgenden Darstellungen handelt es sich um Verläufe der Jahresmittelwerte. Dabei wird in verkehrsnahen Messstellen und Messstellen im städtischen Hintergrund unterschieden. Die in den Abbildungen rot strichlierte Linie stellt den Mittelwert der verfügbaren<sup>1</sup> Messwerte dar.

An den Hintergrund-Messstellen sind mit Ausnahme jener Messstellen, welche bereits auf einem niedrigen Niveau liegen, konstant fallende Konzentrationswerte zu verzeichnen. Wie in **Abbildung 1** dargestellt, sinkt der Mittelwert zwischen 1991 und 2008 um 37,9% von 40 µg/m<sup>3</sup> auf 25 µg/m<sup>3</sup>. Der ab 2010 geltende europaweite Jahresmittelwert von 35 µg/m<sup>3</sup> in Österreich wird demnach eingehalten. Abzüglich der nicht durchgängig verfügbaren Jahresmittelwerte der Messstationen „Düsseldorf-Lörick“, „Innsbruck Nordkette“ und „Zürich-Heuberibüel“ liegt die Reduktion des Mittelwertes zwischen 1991 und 2008 bei 30,5%.

<sup>1</sup> Hinweis: Nicht jede Messstelle ist in jedem Jahr aktiv, bzw. liefert eine ausreichende Anzahl an verwertbaren Messwerten.

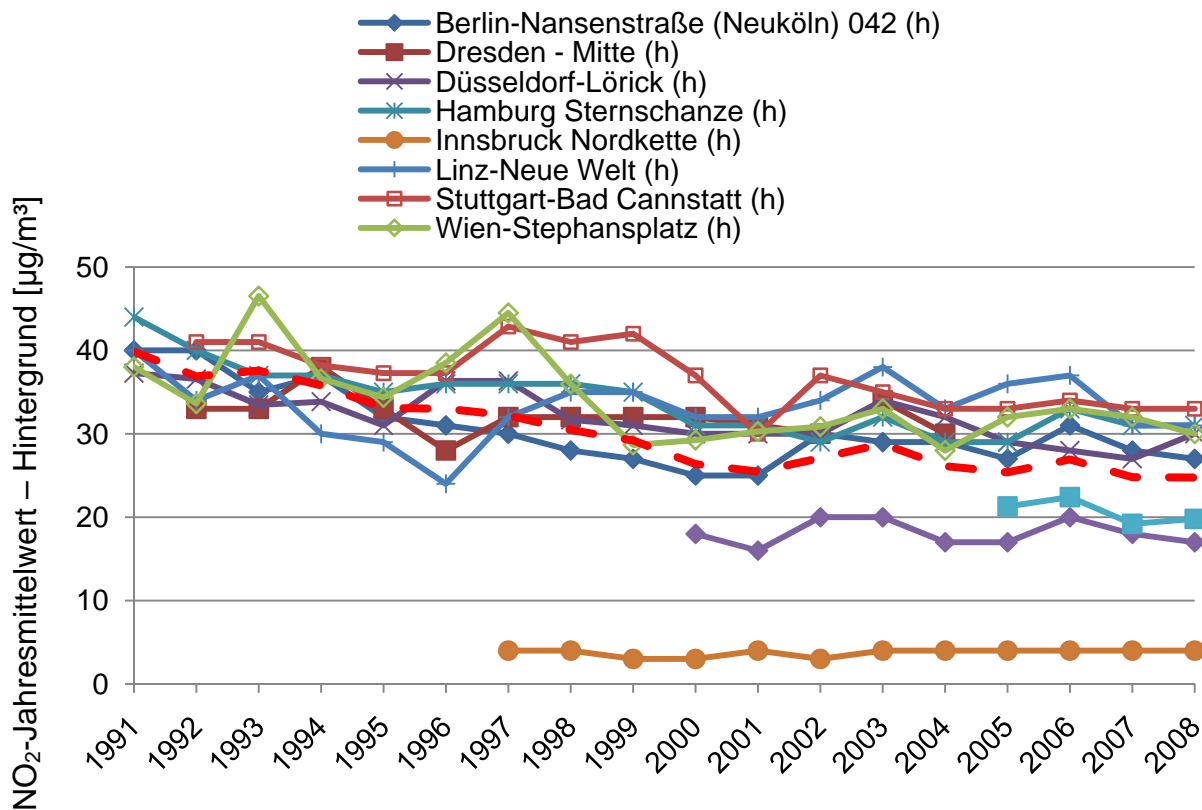


Abbildung 1: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte der Immissionskonzentration an ausgewählten Hintergrundmessstellen [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16]

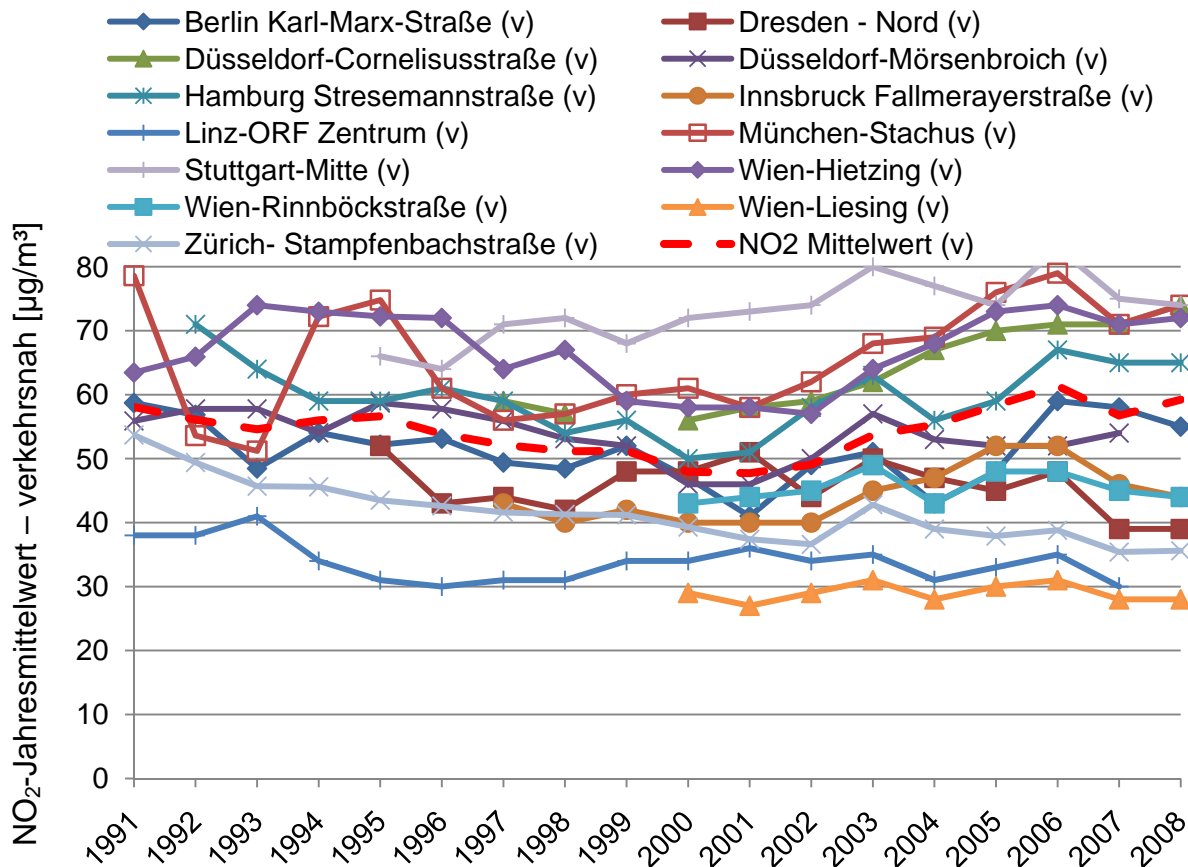


Abbildung 2: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte der Immissionskonzentration an ausgewählten Verkehrsmessstellen [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17]

Der Trend an verkehrsnahen Messstellen, wiedergegeben in **Abbildung 2** unterscheidet sich davon. Der Mittelwert der Konzentrationen sinkt in diesem Fall von  $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahr 1991 auf ein Minimum von  $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahr 2001, um bis 2008 auf  $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$  anzusteigen. Insgesamt ergibt sich daraus im Zeitraum 1991 bis 2008 ein Anstieg von 2%. Daraus ist abzuleiten, dass eine Einhaltung der ab 2010 geltenden Grenzwerte nicht realistisch erscheint. Das Konzentrationsniveau liegt im Jahr 2008 um den Faktor 2,4 höher als an den Hintergrundmessstellen.

Von einem unmittelbaren Einfluss des Straßenverkehrs ist daher auszugehen.

Trotz der laufenden Absenkung der  $\text{NO}_x$ -Emissionen nimmt zwar  $\text{NO}_2$  im Hintergrund und  $\text{NO}$  ab, nicht jedoch  $\text{NO}_2$  an verkehrsnahen Messstationen. Dies kann zum einen zurückgeführt werden auf eine verstärkte Oxidation durch leicht ansteigende mittlere Ozonkonzentrationen, zum anderen auf höhere Ozonmittelwerte im Winter und auf die höher gewordenen  $\text{NO}_2$ -Emissionen von Fahrzeugen mit modernen Abgasnachbehandlungssystemen. Über den jeweiligen Anteil dieser Einflussfaktoren ist man sich noch nicht einig.

## LITERATURVERZEICHNIS

- [1] **Geringer, B.:** *Skriptum zur Vorlesung 315.018 - Verbrennungskraftmaschinen Grundzüge*. Wien: Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Kraftfahrzeugbau der TU Wien, 2006. B06006.
- [2] **Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft:** 298. Verordnung über Immissionsgrenzwerte und Immissionszielwerte zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation. *Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich*. 14. 8 2001, BGBl. II Nr. 298/2001, S. 1789.
- [3] **Nationalrat der Republik Österreich:** Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe, mit dem die Gewerbeordnung 1994, das Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen, das Berggesetz 1975, das Abfallwirtschaftsgesetz und das Ozongesetz geändert werden (IG-L). *Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich*. 2006, BGBl. I Nr. 115/1997 zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 34/2006.
- [4] **Senatsverwaltung für Stadtentwicklung:** Digitaler Umweltatlas Berlin. *Berlin.de - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung*. [Online] 2008. [Zitat vom: 14. 11 2008.] [http://stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/dinh\\_03.htm](http://stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/dinh_03.htm).
- [5] **Spangl, W., et al:** *Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2006*. Wien: Umweltbundesamt GmbH, 2007. ISBN 3-85457-902-0, REP-0104.
- [6] **Kühling, W.:** Planungsrichtwerte für die Luftqualität. [Hrsg.] Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes Nordrhein-Westfalen. *Schriftenreihe Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes Nordrhein-Westfalen*. 1986, Bd. 4045.
- [7] **Nowak, D., et al:** Luftverschmutzung - Asthma - Atemswegsallergien. Zwischenergebnisse deutsch-deutscher epidemiologischer Studien. *Deutsches Ärzteblatt* 91. 1994, Heft 1/2.
- [8] **Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz:** *Luftgütemessdaten*. Berlin: Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, 1991-2008 (jährlich).
- [9] **Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie:** *Jahresbericht zur Immissionssituation*. Dresden: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 1991-2008 (jährlich).
- [10] **Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW:** *EU-Jahreskenngößen*. Düsseldorf: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, 1991-2008.
- [11] **Institut für Hygiene und Umwelt - Bereich Umweltuntersuchungen / Luft:** *Hamburger Luftmessnetz*. Hamburg: Freie und Hansestadt Hamburg - Behörde für Soziales, Familie, Gesundheit und Verbraucherschutz, 1991-2008.
- [12] **Amt der Tiroler Landesregierung, Abt. Waldschutz:** *Luftgüte in Tirol*. Innsbruck: Amt der Tiroler Landesregierung, 1991-2008.
- [13] **Umwelt Prüf- und Überwachungsstelle des Landes Oberösterreich:** *Jahresbericht der Luftgüteüberwachung in Oberösterreich*. Linz: Umwelt Prüf- und Überwachungsstelle des Landes Oberösterreich, 1991-2008.
- [14] **LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg:** *Kenngößen der Luftqualität*. Karlsruhe: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, 1991-2008.
- [15] **Amt der Wiener Landesregierung MA 22-Umweltschutz:** *Jahresbericht - Luftgütemessungen der Umweltschutzabteilung der Stadt Wien*. Wien: Amt der Wiener Landesregierung MA 22-Umweltschutz, 1991-2008.
- [16] **Bundesamt für Umwelt BAFU:** *Immissionsmesswerte Schweiz*. Bern: Bundesamt für Umwelt BAFU, 1991-2008.
- [17] **Bayerisches Landesamt für Umwelt:** *Auswertung der an den LÜB Stationen gemessenen Konzentrationen nach der 22. und 33. BImSchV*. München: Bayerisches Landesamt für Umwelt, 1991-2008.

## 6 PARTIKEL BZW. FEINSTAUB (PM BZW. PM<sub>10</sub>)

**Die Konzentration von Partikeln, insbesondere von Fein- und Feinstaub werden zum Teil lokal, regional und durch Ferntransport belasteter Luftmassen bestimmt.**

**Emissionsseitige Maßnahmen im Straßenverkehr wurden gesetzt. Die Auswirkungen auf die Luftqualität werden in den nächsten Jahren sichtbar.**

Im Folgenden werden die Umweltwirkungen und der Einfluss der Partikel (bzw. Feinstaub) auf die Luftqualität ausgewählter Städte in Österreich, Deutschland und der Schweiz diskutiert.

### UMWELTWIRKUNGEN

Unter dem Begriff PM (aus dem Englischen: Particulate Matter) werden alle flüssigen und festen Bestandteile des Abgases verstanden. Es ist ein komplexes und heterogenes Gemisch mit unterschiedlichster stofflicher Zusammensetzung, welches bei der unvollständigen Verbrennung in der Verbrennungskraftmaschine entsteht. Der mit 60 bis 70% größte Bestandteil der PM-Gruppe ist der als Ruß bezeichnete, unverbrannte elementare Kohlenstoff. Weiters sind unverbrannte Kohlenwasserstoffe, Sulfate, Schwermetalle u.a. enthalten. [1], [2]

Neben der Kategorisierung der PM nach ihrer Zusammensetzung werden die Partikel in unterschiedliche Größenklassen unterteilt. Die nach Luftqualitätskriterien derzeit wichtigste Größenklasse ist PM<sub>10</sub>. PM<sub>10</sub> wird auch als Feinstaub bezeichnet und beinhaltet alle Teilchen, welche einen grössenselektierenden Lufteinlass passieren, der bei einem aerodynamischen Durchmesser von 10 µm einen Abscheidegrad von 50 % aufweist<sup>1</sup>. Der aerodynamische Durchmesser eines Teilchens beliebiger Form, chemischer Zusammensetzung und Dichte ist gleich dem Durchmesser einer Kugel mit der Dichte 1 g/cm<sup>3</sup>, welche in ruhender oder wirbelfrei strömender Luft dieselbe Sinkgeschwindigkeit hat wie das betrachtete Teilchen. [3]

**Abbildung 1** zeigt wie weit Partikel, abhängig von ihrer Größe in das Atemwegsystem vordringen können. Partikel mit 10 µm dringen maximal bis zum Kehlkopf vor. Partikel der Größenklasse PM<sub>2,5</sub> (kleiner gleich 2,5 µm) dringen dahingegen bereits bis zu den Bronchien und Bronchiolen vor.

Jene Partikel, die die Härchen der Nase passieren, bzw. die durch den Mund eingeatmet werden, werden zum Großteil wieder ausgeatmet. Partikel, welche bis in die Lunge vordringen, werden mit Hilfe der Flimmerhärchen, welche sich an der Innenoberfläche der Lungenwege befinden, wieder nach außen abtransportiert. Die Teilchen der Größenklasse PM<sub>1</sub> erreichen jedoch, aufgrund ihrer Kleinheit die Alveolen, wo es keine Flimmerhärchen gibt und der Abtransport entsprechend verlangsamt wird. Dadurch steigt die Verweildauer und es kann zu einem Übertritt der Partikel in den Blutkreislauf kommen, wodurch das Infektionsrisiko deutlich erhöht wird. [1], [4], [5]

<sup>1</sup> Definiert in: Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft, ABl. L 163 vom 29.6.1999, S. 41–60.

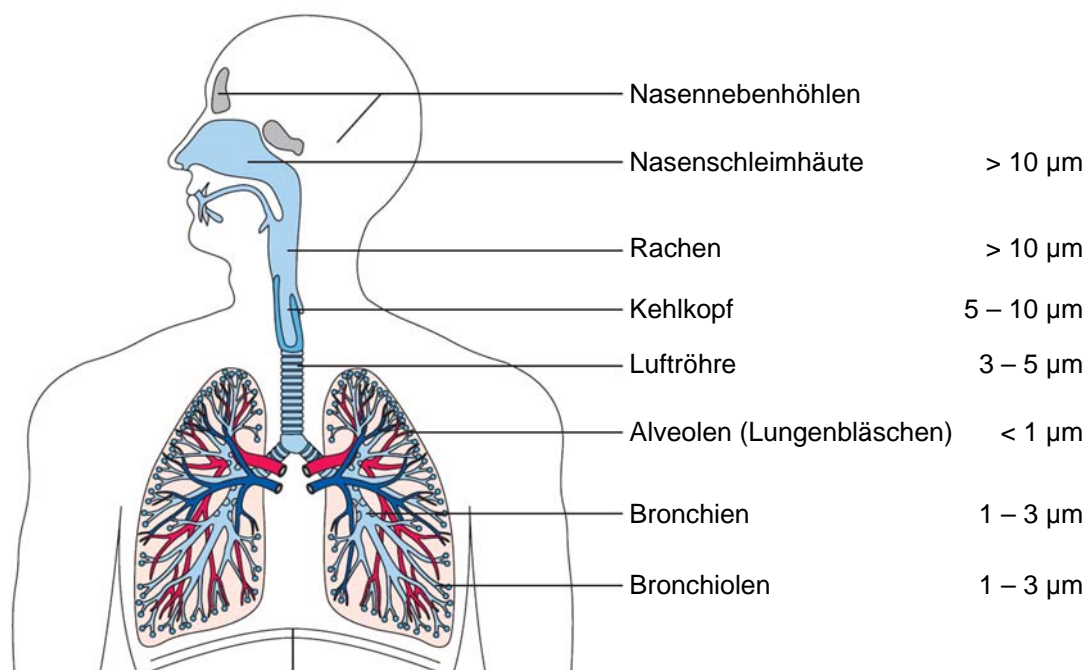


Abbildung 1: Partikel-Abscheidecharakteristik des menschlichen Atemsystems (Grafik von [6]; [1])

Das Immissionsschutzgesetz-Luft beschränkt den Tagesmittelwert der PM<sub>10</sub> Konzentration mit 50 µg/m<sup>3</sup>, wobei pro Kalenderjahr 25 Überschreitungen zulässig sind. Weiters sieht es einen maximal zulässigen Jahresmittelwert von 40 µg/m<sup>3</sup> vor. Parallel dazu ist der Blei-Anteil im PM<sub>10</sub> mit 0,5 µg/m<sup>3</sup> als Jahresmittelwert nach oben limitiert. [7]

#### *Auswirkungen auf die Umwelt:*

Feinstaub besteht als Stoffgruppe aus einer Vielfalt von chemischen Komponenten, welche unterschiedlichste Auswirkungen auf die Umwelt haben. Je nach regionaler Zusammensetzung sind die Vor- und Nachteile unterschiedlich. Wirken beispielsweise Sulfat und Nitrat bodenversauernd, so weisen kalziumhaltige Staubanteile kalkende und somit Versauerung puffernde Wirkungen auf. [4]

#### *Auswirkungen auf den Menschen:*

Zahlreiche Studien kommen zu dem Ergebnis, dass Feinstaub gesundheitliche Auswirkungen aufweist. Insbesondere epidemiologische Studien weisen auf Änderungen der Lungenfunktion, Einschränkungen der Leistungsfähigkeit [4] und Beeinträchtigung des Herz-Kreislaufsystems hin. [8] Toxische Kohlenwasserstoffe (Aromaten, Polyzyklen), welche sich an den Partikeln anlagern, werden zum Teil als krebserregend eingestuft. [1]

Die von Feinstaub ausgehende Gesundheitsgefährdung lässt sich durch eine Kombination physikalischer (Einatmung des Staubes an sich) und chemischer (gesundheitsrelevante Anlagerungen) Eigenschaften erklären. Eine umfangreiche Betrachtung ist in [9] zu finden.

## **IMMISSIONSENTWICKLUNG AUSGEWÄHLTER STÄDTE**

Bei den folgenden Darstellungen handelt es sich um Verläufe der Jahresmittelwerte. Dabei wird in verkehrsnahe Messstellen und Messstellen im städtischen Hintergrund



unterschieden. Die in den Abbildungen rot strichlierte Linie stellt den Mittelwert der verfügbaren<sup>1</sup> Messwerte dar.

Die Feinstaubmessung (PM<sub>10</sub>) erfolgte an den meisten Messstellen erst in den letzten 10 Jahren. **Abbildung 2** gibt die Jahresmittelwerte der Hintergrundmessstellen wieder und zeigt, dass es im Zeitraum 1999 bis 2008 zu einer kontinuierlichen Abnahme der Konzentrationswerte gekommen ist. Im Mittel wurde in diesem Zeitraum eine Reduktion von 28,8% erzielt.

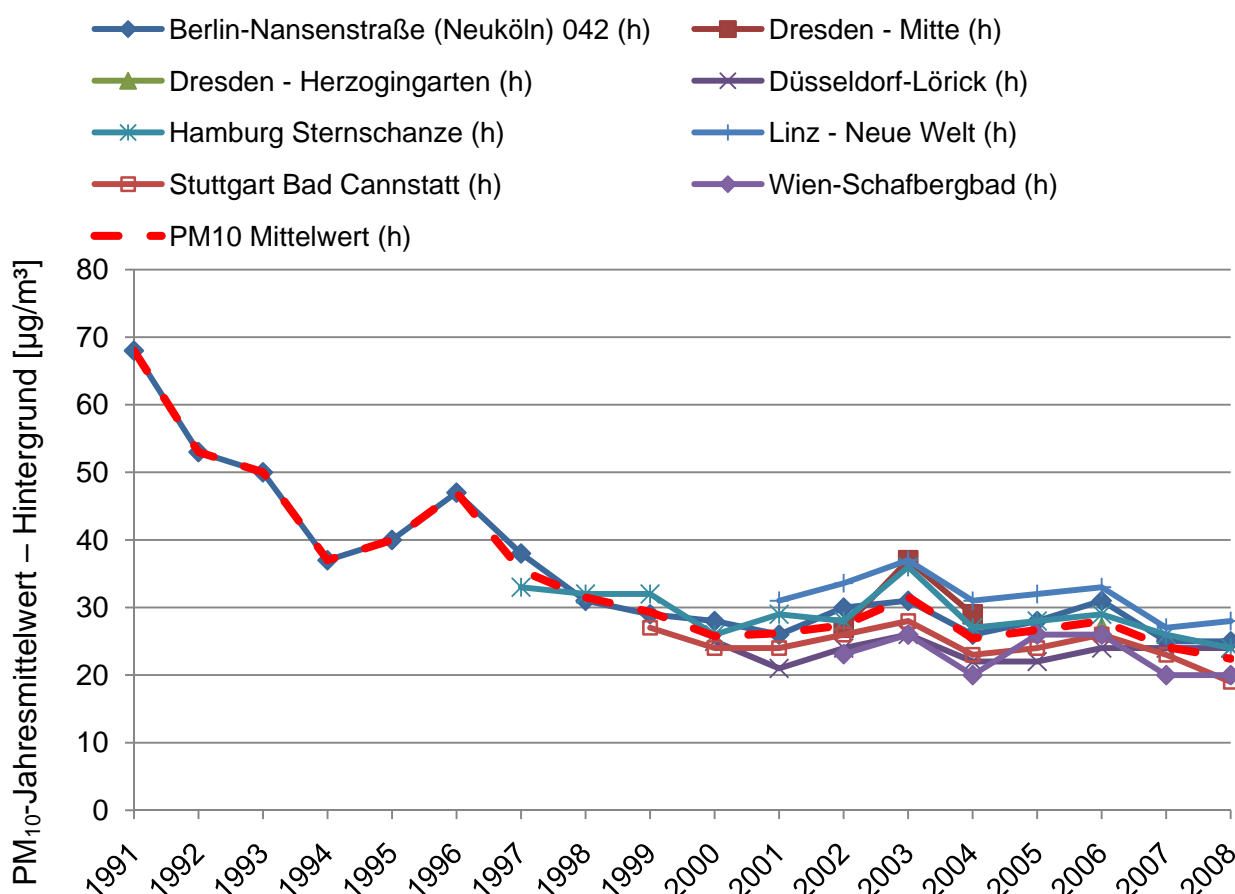


Abbildung 2: PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwerte der Immissionskonzentration an ausgewählten Hintergrundmessstellen [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18]

Die in **Abbildung 3** dargestellten Jahresmittelwerte der Verkehrsmessstellen weisen eine leicht sinkende Tendenz auf und führen im Mittel zu einer Reduktion von 3,8% im Zeitraum 1999 bis 2008.

Der Mittelwert der verkehrsnahen Messstellen im Jahr 2008 liegt mit 29 µg/m<sup>3</sup> jedoch nur um den Faktor 1,3 höher als jener der Hintergrundmessstellen mit 22 µg/m<sup>3</sup>.

Der österreichische Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> wird sowohl an den Hintergrundmessstellen als auch an den meisten verkehrsnahen Messstellen eingehalten. Der Zielwert von 20 µg/m<sup>3</sup> wird hingegen weder verkehrsnah noch im Hintergrund eingehalten.

<sup>1</sup> Hinweis: Nicht jede Messstelle ist in jedem Jahr aktiv, bzw. liefert eine ausreichende Anzahl an verwertbaren Messwerten.

Langfristig ist durch die Einführung des Partikelfilters und dem gleichzeitigen Ausscheiden von Kraftfahrzeugen ohne dieser Abgasnachbehandlungstechnologie eine weitere Besserung der Immissionssituation, insbesondere an verkehrsnahen Messstellen, zu erwarten. Verbesserungen im Verkehrssektor alleine sind nicht ausreichend, um den Zielwert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zu erreichen.

Insbesondere die auf einem ähnlichen Niveau liegenden Konzentrationswerte im Hintergrund deuten darauf hin, dass das Immissionsgrundniveau nicht alleine durch den Straßenverkehr bestimmt wird. Winterliches Klima und das bei kalten Temperaturen erforderliche Heizen von Wohnräumen erhöht die Feinstaubbelastung insbesondere in den Wintermonaten. [19]

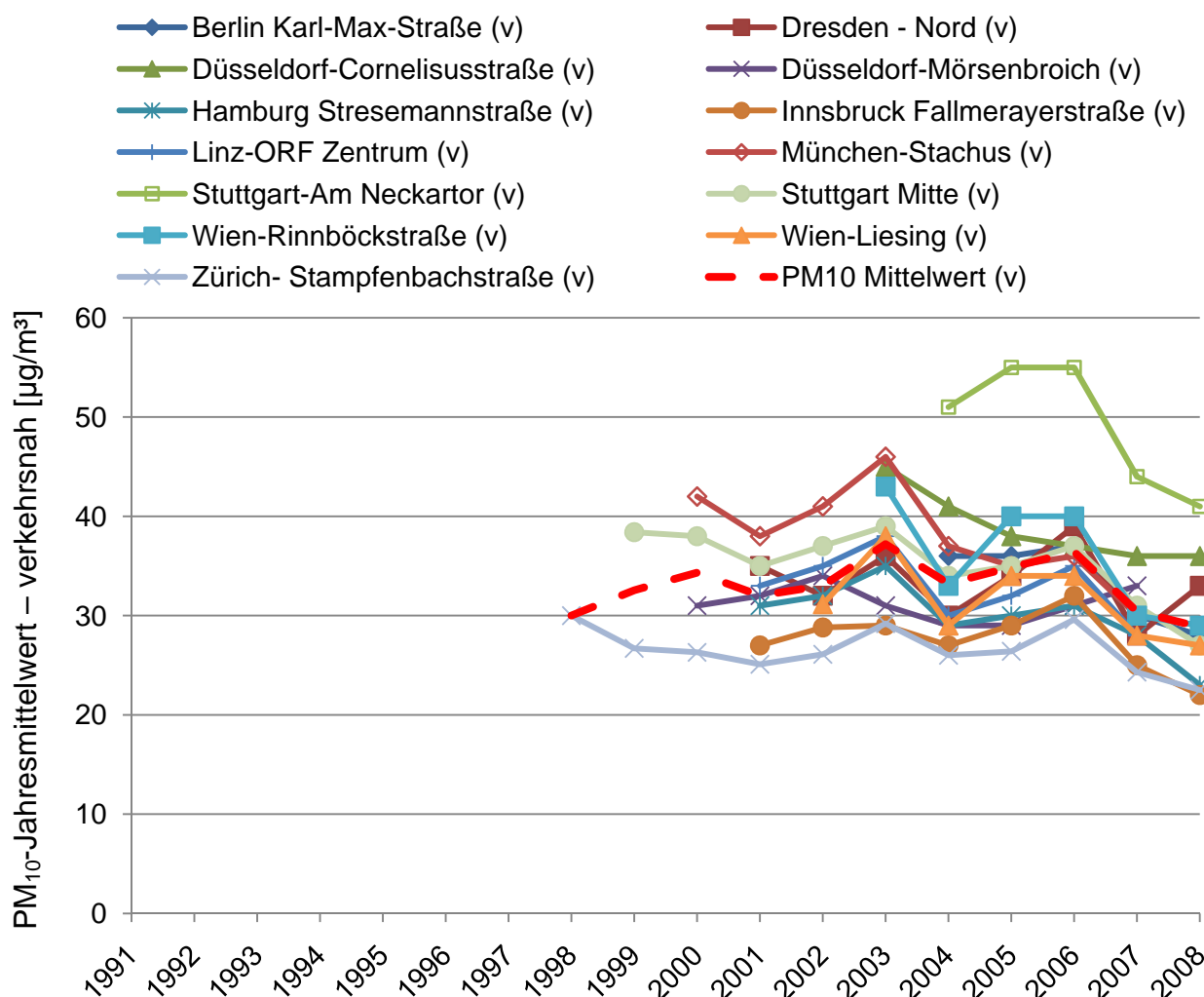


Abbildung 3:  $\text{PM}_{10}$ -Jahresmittelwerte der Immissionskonzentration an ausgewählten Verkehrsmessstellen [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [20]

## LITERATURVERZEICHNIS

- [1] **Geringer, B.:** *Skriptum zur Vorlesung 315.018 - Verbrennungskraftmaschinen Grundzüge*. Wien: Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Kraftfahrzeugbau der TU Wien, 2006. B06006.
- [2] **Merker, G., et al:** *Verbrennungsmotoren – Simulation der Verbrennung und Schadstoffbildung*. Stuttgart: B.G. Teubner, 2004. ISBN 3-519-16382-9.
- [3] **Umweltbundesamt Deutschland:** *Hintergrundpapier zum Thema Staub/Feinstaub (PM)*. Berlin: Umweltbundesamt Deutschland, 2005.
- [4] **Spangl, W., et al:** *Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2006*. Wien: Umweltbundesamt GmbH, 2007. ISBN 3-85457-902-0, REP-0104.
- [5] **Gehr, P.:** Feinstaub: Ein Teil bleibt in der Lunge – für immer. *Bundesamt für Umwelt BAFU*. [Online] 12. 1 2007. [Zitat vom: 14. 11 2008.] <http://www.bafu.admin.ch/dokumentation/fokus/03233/index.html?lang=de>.
- [6] **Gäbel, P.:** *Atemberaubend*. [Hrsg.] Bosch BKK Gesetzliche Kranken- und Pflegeversicherung. Stuttgart: LexisNexis Deutschland GmbH, 2006. Artikel-Nr. 50 00 18 – 5/06.
- [7] **Nationalrat der Republik Österreich:** Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe, mit dem die Gewerbeordnung 1994, das Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen, das Berggesetz 1975, das Abfallwirtschaftsgesetz und das Ozongesetz geändert werden (IG-L). *Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich*. 2006, BGBl. I Nr. 115/1997 zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 34/2006.
- [8] **Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit:** *Auswirkungen der Luftverunreinigungen auf die menschliche Gesundheit. Bericht für die Umweltministerkonferenz*. Bonn: Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 1987.
- [9] **Schneider, J., et al:** *Schwebstaub in Österreich*. Wien: Umweltbundesamt GmbH, 2006. ISBN 3-85457-787-7, BE-277.
- [10] **Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz:** *Luftgütemessdaten*. Berlin: Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, 1991-2008 (jährlich).
- [11] **Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie:** *Jahresbericht zur Immissionsituation*. Dresden: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 1991-2008 (jährlich).
- [12] **Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW:** *EU-Jahreskenngrößen*. Düsseldorf: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, 1991-2008.
- [13] **Institut für Hygiene und Umwelt - Bereich Umweltuntersuchungen / Luft:** *Hamburger Luftmessnetz*. Hamburg: Freie und Hansestadt Hamburg - Behörde für Soziales, Familie, Gesundheit und Verbraucherschutz, 1991-2008.
- [14] **Amt der Tiroler Landesregierung, Abt. Waldschutz:** *Luftgüte in Tirol*. Innsbruck: Amt der Tiroler Landesregierung, 1991-2008.
- [15] **Umwelt Prüf- und Überwachungsstelle des Landes Oberösterreich:** *Jahresbericht der Luftgüteüberwachung in Oberösterreich*. Linz: Umwelt Prüf- und Überwachungsstelle des Landes Oberösterreich, 1991-2008.
- [16] **LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg:** *Kenngrößen der Luftqualität*. Karlsruhe: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, 1991-2008.
- [17] **Amt der Wiener Landesregierung MA 22-Umweltschutz:** *ahresbericht - Luftgütemessungen der Umweltschutzabteilung der Stadt Wien*. Wien: Amt der Wiener Landesregierung MA 22-Umweltschutz, 1991-2008.
- [18] **Bundesamt für Umwelt BAFU:** *Immissionsmesswerte Schweiz*. Bern: Bundesamt für Umwelt BAFU, 1991-2008.
- [19] **Puxbaum, H., et al:** *AUPHEP und AQUELLA, Staubquellenanalysen-Ergebnisse aus Österreichischen Städten*. Wien: Institut für Chemische Technologien und Analytik, TU Wien, 2006.
- [20] **Bayerisches Landesamt für Umwelt:** *Auswertung der an den LÜB Stationen gemessenen Konzentrationen nach der 22. und 33. BImSchV*. München: Bayerisches Landesamt für Umwelt, 1991-2008.

## 7 SCHWEFELDIOXID (SO<sub>2</sub>)

**Die Verminderung der SO<sub>2</sub>-Emissionen bei stationären Quellen und die Entschwefelung der Kraftstoffe führt zu niedrigsten Immissionswerten.**

Im Folgenden werden die Umweltwirkungen und der Einfluss von Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) auf die Luftqualität ausgewählter Städte in Österreich, Deutschland und der Schweiz diskutiert.

### UMWELTWIRKUNGEN

SO<sub>2</sub> ist eine chemische Verbindung aus Schwefel (S) und Sauerstoff (O). Es ist ein farbloses, stechend riechendes, sauer schmeckendes und giftiges Gas. Schwefeldioxid entsteht bei der Oxidation (Verbrennung) schwefelhaltiger Brennstoffe (z.B. Diesel oder Kohle). [1]

Zur Gewährleistung der Luftqualität zum langfristigen Schutz der menschlichen Gesundheit wird der Immissionswert von SO<sub>2</sub> durch das Immissionsschutzgesetz-Luft beschränkt. Der Halbstundenmittelwert darf eine Konzentration von 200 µg/m<sup>3</sup> und der Tagesmittelwert einen Wert von 120 µg/m<sup>3</sup> nicht überschreiten. [2]

#### *Auswirkungen auf die Umwelt:*

SO<sub>2</sub> wirkt in komplexer Weise auf als Ökosystem. Zum einen wirkt es direkt auf Pflanzen, sodass an Blättern und Nadeln Schäden entstehen, zum anderen wirkt es über den Sulfateintrag in den Boden indirekt, da es Nährstoffmangel und Säurestress verursacht. Schwefeldioxid ist zudem für die Versauerung von Gewässern verantwortlich. [3]

Zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation wird für SO<sub>2</sub> ein Immissionsgrenzwert von 20 µg/m<sup>3</sup> für das Kalenderjahr und das Winterhalbjahr<sup>1</sup>, sowie ein Zielwert von 50 µg/m<sup>3</sup> als Tagesmittelwert festgelegt. [4]

#### *Auswirkungen auf den Menschen:*

SO<sub>2</sub> beeinflusst die menschliche Gesundheit da es aufgrund seiner leichten Löslichkeit die Schleimhäute der Augen und die oberen Atemwege reizt. Mit zunehmender Konzentration sind die Auswirkungen auch in den tiefen Atemwegen zu finden. [3]

### IMMISSIONSENTWICKLUNG AUSGEWÄHLTER STÄDTE

Bei den folgenden Darstellungen handelt es sich um Verläufe der Jahresmittelwerte. Dabei wird in verkehrsnahen Messstellen und Messstellen im städtischen Hintergrund unterschieden. Die in den Abbildungen rot strichlierte Linie stellt den Mittelwert der verfügbaren<sup>2</sup> Messwerte dar.

Im Bereich der Schwefeldioxidimmissionen wurden in den letzten rund 20 Jahren große Fortschritte erzielt. Sowohl die Industrie als auch der Straßenverkehr reduzierte die SO<sub>2</sub>-Emissionen deutlich, sodass heute die Jahresmittelwerte einen sehr niedrigen Niveau erreicht haben.

Die in **Abbildung 1** wiedergegebene Entwicklung der Hintergrundmessstellen zeigt auf, dass die Immissionen um 84,3% auf 4 µg/m<sup>3</sup> im Jahr 2008 gegenüber 1991 gesenkt wurden. Für die Verkehrsmessstellen, dargestellt in **Abbildung 2**, ergibt sich ein analoges Bild mit einer Minderung von 84,1% im selben Zeitraum.

<sup>1</sup> 1.10. – 31.3.

<sup>2</sup> Hinweis: Nicht jede Messstelle ist in jedem Jahr aktiv, bzw. liefert eine ausreichende Anzahl an verwertbaren Messwerten.

Die praktisch identen Konzentrationswerte im Hintergrund und verkehrsnah bestätigen den überregionalen, nicht primär vom Straßenverkehr geprägten Einfluss.

Der kritische Wert zum Schutz der Vegetation von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird deutlich unterschritten.

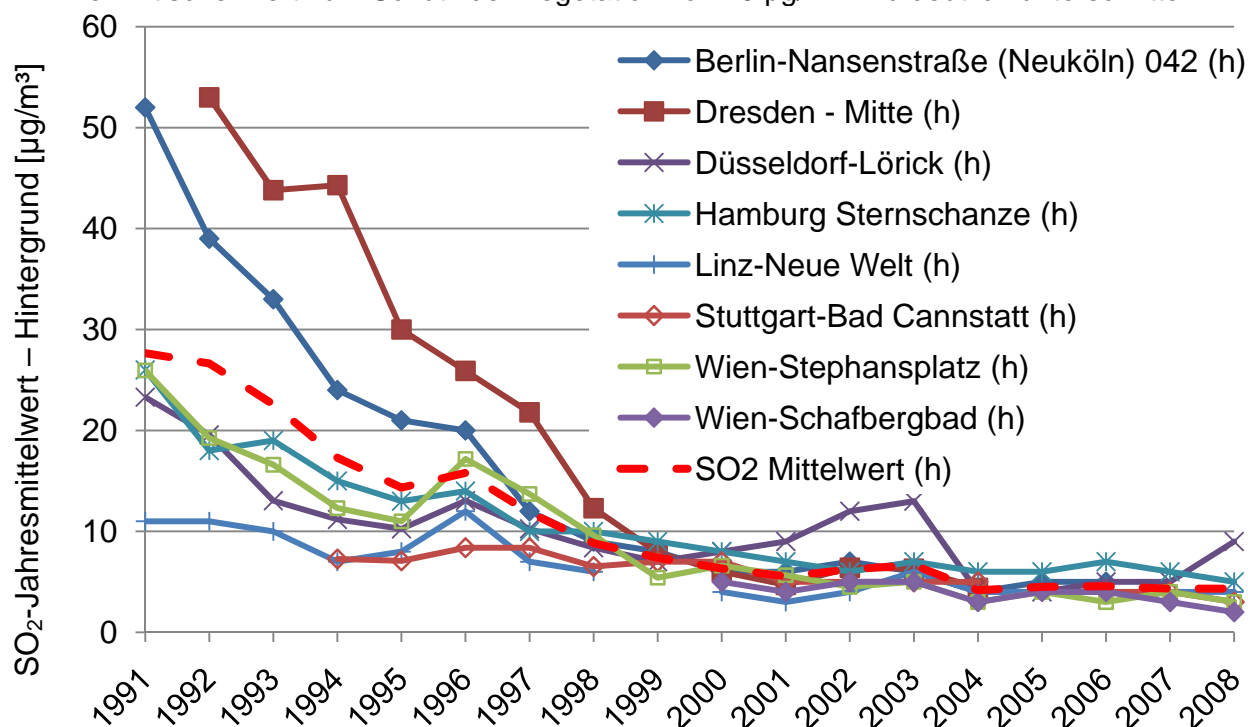


Abbildung 1:  $\text{SO}_2$ -Jahresmittelwerte der Immissionskonzentration an ausgewählten Hintergrundmessstellen [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13]

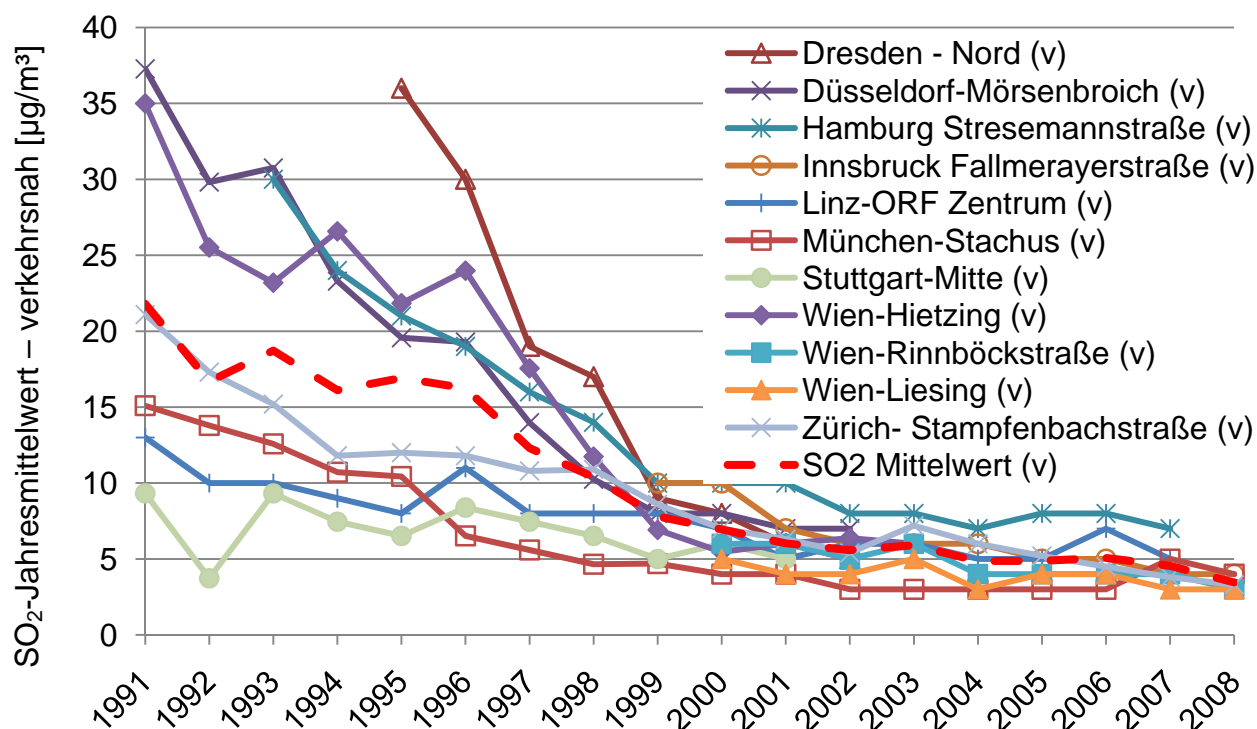


Abbildung 2:  $\text{SO}_2$ -Jahresmittelwerte der Immissionskonzentration an ausgewählten Verkehrsmessstellen [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14]

## LITERATURVERZEICHNIS

- [1] **Geringer, B.:** *Skriptum zur Vorlesung 315.018 - Verbrennungskraftmaschinen Grundzüge*. Wien: Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Kraftfahrzeugbau der TU Wien, 2006. B06006.
- [2] **Nationalrat der Republik Österreich:** Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe, mit dem die Gewerbeordnung 1994, das Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen, das Berggesetz 1975, das Abfallwirtschaftsgesetz und das Ozongesetz geändert werden (IG-L). *Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich*. 2006, BGBl. I Nr. 115/1997 zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 34/2006.
- [3] **Senatsverwaltung für Stadtentwicklung:** Digitaler Umweltatlas Berlin. *Berlin.de - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung*. [Online] 2008. [Zitat vom: 14. 11 2008.] [http://stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/dinh\\_03.htm](http://stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/dinh_03.htm).
- [4] **Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft:** 298. Verordnung über Immissionsgrenzwerte und Immissionszielwerte zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation. *Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich*. 14. 8 2001, BGBl. II Nr. 298/2001, S. 1789.
- [5] **Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz:** *Luftgütemessdaten*. Berlin: Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, 1991-2008 (jährlich).
- [6] **Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie:** *Jahresbericht zur Immissionssituation*. Dresden: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 1991-2008 (jährlich).
- [7] **Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW:** *EU-Jahreskenngrößen*. Düsseldorf: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, 1991-2008.
- [8] **Institut für Hygiene und Umwelt - Bereich Umweltuntersuchungen / Luft:** *Hamburger Luftmessnetz*. Hamburg: Freie und Hansestadt Hamburg - Behörde für Soziales, Familie, Gesundheit und Verbraucherschutz, 1991-2008.
- [9] **Amt der Tiroler Landesregierung, Abt. Waldschutz:** *Luftgüte in Tirol*. Innsbruck: Amt der Tiroler Landesregierung, 1991-2008.
- [10] **Umwelt Prüf- und Überwachungsstelle des Landes Oberösterreich:** *Jahresbericht der Luftgüteüberwachung in Oberösterreich*. Linz: Umwelt Prüf- und Überwachungsstelle des Landes Oberösterreich, 1991-2008.
- [11] **LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg:** *Kenngrößen der Luftqualität*. Karlsruhe: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, 1991-2008.
- [12] **Amt der Wiener Landesregierung MA 22-Umweltschutz:** *Jahresbericht - Luftgütemessungen der Umweltschutzabteilung der Stadt Wien*. Wien: Amt der Wiener Landesregierung MA 22-Umweltschutz, 1991-2008.
- [13] **Bundesamt für Umwelt BAFU:** *Immissionsmesswerte Schweiz*. Bern: Bundesamt für Umwelt BAFU, 1991-2008.
- [14] **Bayerisches Landesamt für Umwelt:** *Auswertung der an den LÜB Stationen gemessenen Konzentrationen nach der 22. und 33. BImSchV*. München: Bayerisches Landesamt für Umwelt, 1991-2008.

## 8 OZON (O<sub>3</sub>)

**Die Ozonbelastung ist stark von meteorologischen Einflüssen und der Verfügbarkeit von Reaktionspartnern abhängig. Erhöhte Werte treten nur in sonnen- und strahlungsreichen Zeiten auf und sind in der Regel von kurzer Dauer. Im Tagesverlauf sind die Werte am Nachmittag am höchsten.**

Im Folgenden werden die Umweltwirkungen und der Einfluss von Ozon (O<sub>3</sub>) auf die Luftqualität ausgewählter Städte in Österreich, Deutschland und der Schweiz diskutiert.

### UMWELTWIRKUNGEN

O<sub>3</sub> ist ein aus drei Sauerstoffatomen (O) bestehendes Molekül. Es ist ein farbloses (bis bläuliches), unangenehm und stechend riechendes Gas. Primär entsteht es nicht bei der motorischen Verbrennung. Jedoch zählen Abgaskomponenten wie vor allem NO<sub>2</sub> zu so genannten Ozonvorläufersubstanzen. Über luftchemische Prozesse erfolgt im Weiteren die Ozonbildung (siehe dazu [1]).

Zur Abwehr der Ozonbelastung und zur Information der Bevölkerung über hohe Ozonbelastungen wurde das Ozongesetz [2] erlassen. Darin werden eine Informationsschwelle, eine Alarmschwelle und ein Zielwert festgelegt.

#### *Auswirkungen auf die Umwelt:*

O<sub>3</sub>, welches primär in der Stratosphäre in 12-40 km Höhe vorkommt, ist Grundlage für das Leben auf der Erde, da es einen Teil der lebensbedrohlichen UV-Strahlung filtert. Vom Menschen verursachte Emissionen beeinflussen jedoch das sensible Gleichgewicht zwischen Ozonauf- und -abbau, sodass es zu einem Ozonabbau kommt. Bodennahes Ozon, welches ebenfalls durch die von Menschen verursachten Emissionen gefördert wird, wirkt sich negativ auf die Umwelt und den Menschen aus. Beispielweise kann O<sub>3</sub> die Schutzschicht von Blatt- oder Nadeloberflächen oder das Blattgewebe selbst schädigen. [3]

#### *Auswirkungen auf den Menschen:*

Erhöhte Ozonkonzentrationen bewirken ab 200 µg/m<sup>3</sup> Spannungen in der Brust und Hustenreiz. Lungenparameter können bei noch höheren Konzentrationen reversibel eingeschränkt werden.

Etwa 10 bis 20 % der Bevölkerung reagieren besonders empfindlich auf Ozon. Ob hierzu auch überdurchschnittlich viele Asthmatiker und Personen mit Erkrankungen des Atemtraktes gehören ist umstritten. Die individuelle Empfindlichkeit gegenüber Ozon ist sowohl bei gesunden Erwachsenen und Kindern als auch bei Lungenkranken sehr unterschiedlich. Gegenwärtig ist nicht bekannt, welche Faktoren diese unterschiedliche Empfindlichkeit bedingen.

### IMMISSIONSENTWICKLUNG AUSGEWÄHLTER STÄDTE

Bei den folgenden Darstellungen handelt es sich um Verläufe der Jahresmittelwerte. Dabei wird in verkehrsnahen Messstellen und Messstellen im städtischen Hintergrund unterschieden. Die in den Abbildungen rot strichlierte Linie stellt den Mittelwert der verfügbaren<sup>1</sup> Messwerte dar.

Im Fall von Ozon ist sowohl im Hintergrund, dargestellt in **Abbildung 1**, sowie an verkehrsnahen Messstellen, wiedergegeben in **Abbildung 2**, eine Zunahme der Konzentrationswerte zu verzeichnen.

<sup>1</sup> Hinweis: Nicht jede Messstelle ist in jedem Jahr aktiv, bzw. liefert eine ausreichende Anzahl an verwertbaren Messwerten.

Im Hintergrund steigt der Mittelwert zwischen 1991 und 2008 um 64,7%. Abzüglich der nicht durchgängig verfügbaren Jahresmittelwerte der Messstationen „Innsbruck Nordkette“ und „Zürich-Heubeeribüel“ liegt die Zunahme des Mittelwertes zwischen 1991 und 2008 bei 38,1%.

An Verkehrsmessstellen steigt der Mittelwert zwischen 1991 und 2008 um 34,6%. Tendenziell liegen zudem die Immissionen an den verkehrsnahen Messstellen niedriger als an den Hintergrundmessstellen. Dies ist damit zu begründen, dass an verkehrsnahen Messstellen der Reaktionspartner NO aus dem Abgas der Kraftfahrzeuge mit O<sub>3</sub> zu NO<sub>2</sub> reagiert und somit die O<sub>3</sub>-Konzentration senkt.

Ozon wird vorrangig unter Einwirkung von Sonneneinstrahlung (sommerliches Hochdruckwetter und hohe Temperaturen) gebildet und weist demnach einen Jahresgang mit Spitzen in den Sommermonaten auf.

Aufgrund der Abhängigkeit der Ozonbelastung von meteorologischen Einflüssen sind Tendaussagen im Allgemeinen sehr schwierig. Zudem ist die Beurteilung der Konzentrationsentwicklung an städtischen insbesondere verkehrsnahen Messstellen aufgrund der Verfügbarkeit des Reaktionspartners NO sehr komplex. [4]

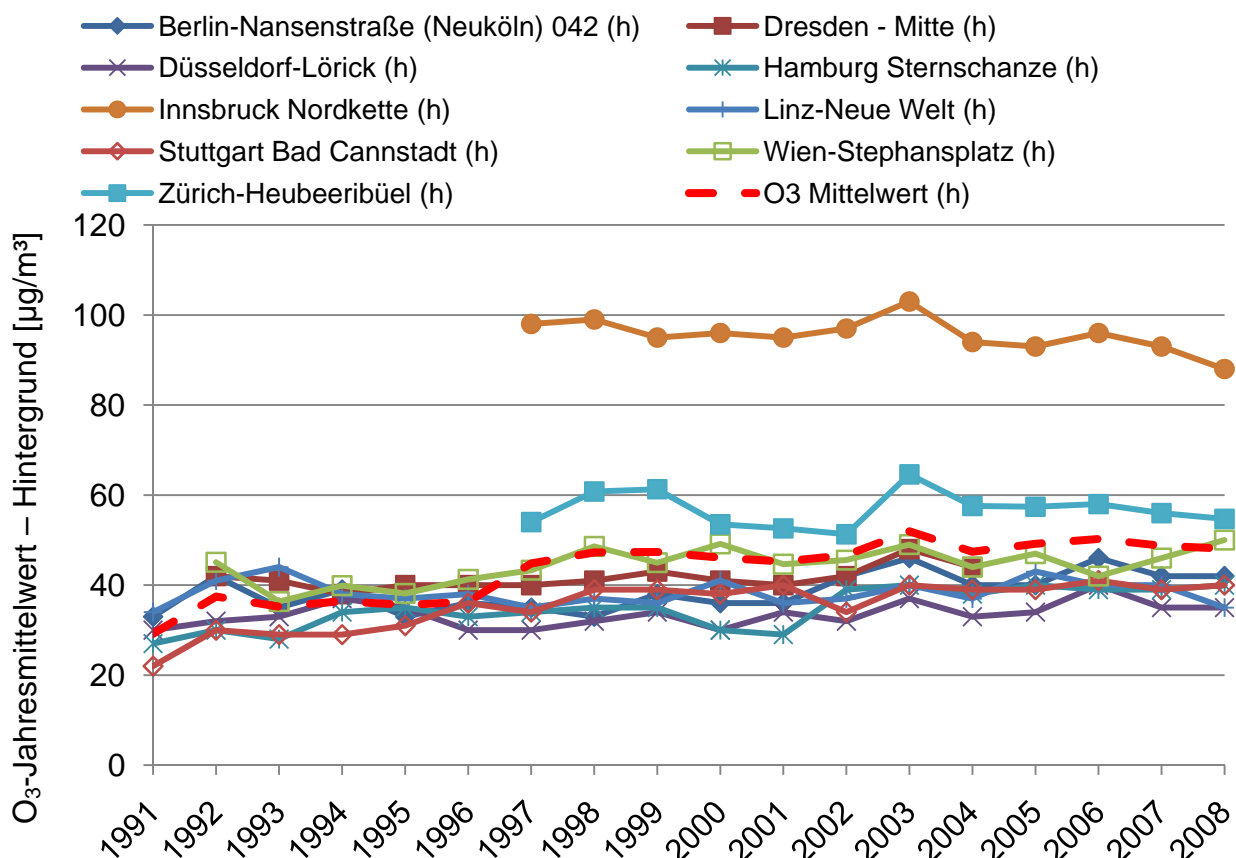


Abbildung 1: O<sub>3</sub>-Jahresmittelwerte der Immissionskonzentration an ausgewählten Hintergrundmessstellen [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13]



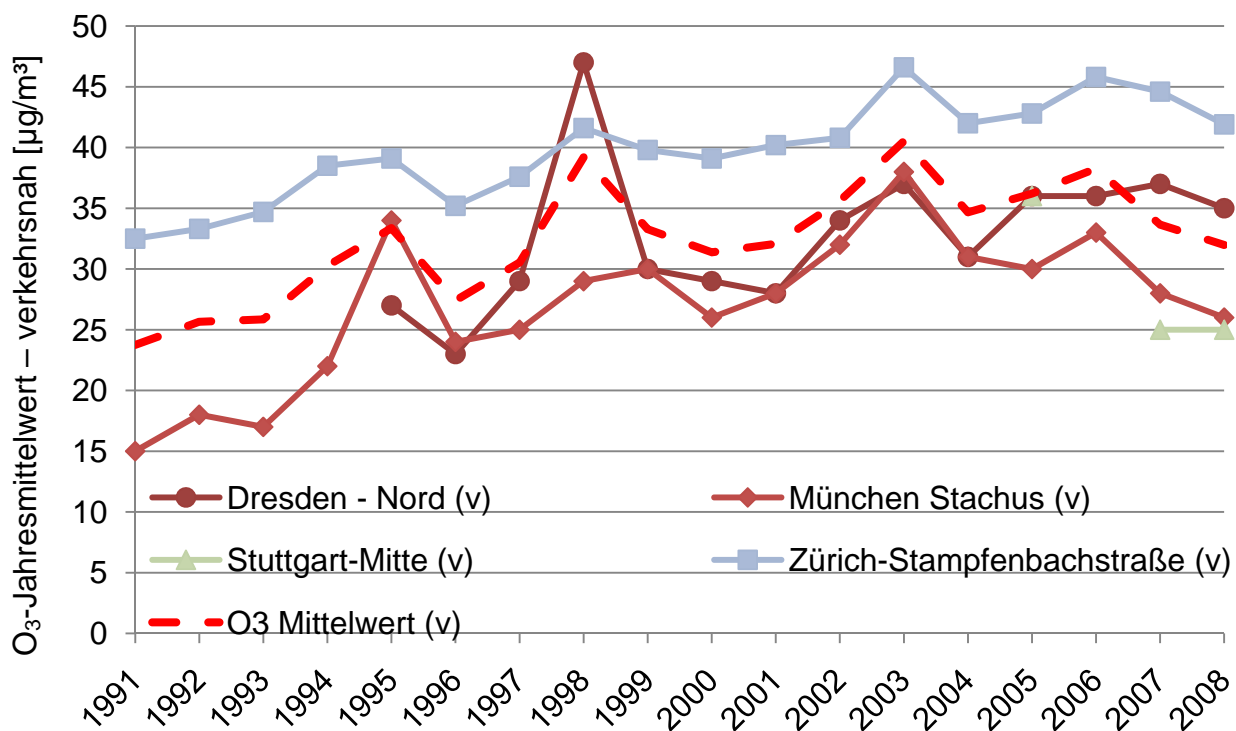


Abbildung 2: O<sub>3</sub>-Jahresmittelwerte der Immissionskonzentration an ausgewählten Verkehrsmessstellen [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14]

## LITERATURVERZEICHNIS

- [1] **Geringer, B.:** *Skriptum zur Vorlesung 315.018 - Verbrennungskraftmaschinen Grundzüge*. Wien: Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Kraftfahrzeugbau der TU Wien, 2006. B06006.
- [2] **Nationalrat der Republik Österreich:** Bundesgesetz über Maßnahmen zur Abwehr der Ozonbelastung und die Information der Bevölkerung über hohe Ozonbelastungen, mit dem das Smogalarmgesetz, BGBl. Nr. 38/1989, geändert wird. *Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich*. 2003, BGBl. Nr. 210/1992 zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 34/2003.
- [3] **Senatsverwaltung für Stadtentwicklung:** Digitaler Umweltatlas Berlin. *Berlin.de - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung*. [Online] 2008. [Zitat vom: 14. 11 2008.] [http://stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/dinh\\_03.htm](http://stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/dinh_03.htm).
- [4] **Augustyn, R, et al:** *Jahresbericht 2008 - Luftgütemessungen der Umweltschutzabteilung der Stadt Wien gemäß Immissionsschutzgesetz – Luft*. Wien: Amt der Wiener Landesregierung MA 22-Umweltschutz, 2009. MA 22 – 500/2009.
- [5] **Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz:** *Luftgütemessdaten*. Berlin: Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, 1991-2008 (jährlich).
- [6] **Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie:** *Jahresbericht zur Immissionsituation*. Dresden: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 1991-2008 (jährlich).
- [7] **Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW:** *EU-Jahreskenngrößen*. Düsseldorf: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, 1991-2008.
- [8] **Institut für Hygiene und Umwelt - Bereich Umweltuntersuchungen / Luft:** *Hamburger Luftmessnetz*. Hamburg: Freie und Hansestadt Hamburg - Behörde für Soziales, Familie, Gesundheit und Verbraucherschutz, 1991-2008.
- [9] **Amt der Tiroler Landesregierung, Abt. Waldschutz:** *Luftgüte in Tirol*. Innsbruck: Amt der Tiroler Landesregierung, 1991-2008.
- [10] **Umwelt Prüf- und Überwachungsstelle des Landes Oberösterreich:** *Jahresbericht der Luftgüteüberwachung in Oberösterreich*. Linz: Umwelt Prüf- und Überwachungsstelle des Landes Oberösterreich, 1991-2008.
- [11] **LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg:** *Kenngrößen der Luftqualität*. Karlsruhe: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, 1991-2008.
- [12] **Amt der Wiener Landesregierung MA 22-Umweltschutz:** *Jahresbericht - Luftgütemessungen der Umweltschutzabteilung der Stadt Wien*. Wien: Amt der Wiener Landesregierung MA 22-Umweltschutz, 1991-2008.
- [13] **Bundesamt für Umwelt BAFU:** *Immissionsmesswerte Schweiz*. Bern: Bundesamt für Umwelt BAFU, 1991-2008.
- [14] **Bayerisches Landesamt für Umwelt:** *Auswertung der an den LÜB Stationen gemessenen Konzentrationen nach der 22. und 33. BImSchV*. München: Bayerisches Landesamt für Umwelt, 1991-2008.