

**BE-165**

**BERICHTE**



**LUFTSCHADSTOFF-TRENDS  
IN ÖSTERREICH 1980-1998**



# **LUFTSCHADSTOFF-TRENDS IN ÖSTERREICH 1980-1998**

Manfred RITTER

Benjamin OHR

Bernd GUGELE

**BE-165**

Wien, Dezember 1999

**Autoren**

Manfred RITTER  
Benjamin OHR  
Bernd GUGELE

**Projektmitarbeiter**

Stephan POUPA  
Kurt BURTSCHER  
Klaus RADUNSKY

**Layout**

Benjamin OHR

**Impressum**

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH, Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien  
Eigenvervielfältigung

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, Dezember 1999  
Alle Rechte vorbehalten (all rights reserved)  
ISBN 3-85457-527-0

## VORWORT

Der vorliegenden Bericht präsentiert die Entwicklung der Luftschadstoffemissionen von 1980 bis 1998. Er basiert auf den Ergebnissen der *Österreichischen Luftschadstoff-Inventur 1999* (OLI 99).

Die Datenerhebung zum Bericht dient zur Erfüllung des *Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung*<sup>1</sup> bezüglich der Luftschadstoffe: SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC, CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, und NH<sub>3</sub>, sowie für ausgewählte Schwermetalle (HM) und persistente organische Verbindungen (POPs).

Mit diesem Bericht wird die Publikation des Umweltbundesamtes "Luftschadstoff-Trends in Österreich 1990-1997" (35) aktualisiert. Es werden die wichtigsten - durch Österreich zu erfüllenden - internationalen Berichtspflichten betreffend Luftschadstoffemissionen kurz beschrieben, wobei der Schwerpunkt auf der Darstellung der Regelungen der UNECE/CLRTAP und deren Protokollen liegt.

Im Anhang werden die von der Republik Österreich zur Erfüllung der UNECE/CLRTAP Berichtspflicht übermittelten Emissionsdaten vollständig im dafür geforderten EMEP<sup>2</sup>-Berichtsformat wiedergegeben.

Die Aktualisierung der Emissionsberechnungen gegenüber dem Vorgängerbericht beruht auf einer Reihe zusätzlichen Informationen:

- Aufnahme von ausgewählten Schwermetallen (Pb, Cd und Hg) und persistenten organischen Verbindungen (Dioxin und PAH) in den Berichtsumfang: Die Unterzeichnung zweier neuer Protokolle der UNECE/CLRTAP machten diese Erweiterung notwendig (Schwermetall und POP-Protokoll, beide 1998).
- Einarbeitung neuester Energiebilanzen des Österreichischen Statistischen Zentralamtes (ÖSTAT): Als eine der entscheidenden Datengrundlagen zur Emissionsberechnung griffen frühere Berichte ausschließlich auf die offiziellen österreichischen Energiebilanzen des Wirtschaftsforschungs-Institutes (WIFO) zurück. Die Erstellung dieser offiziellen österreichischen Energiebilanz wurde mit dem Jahre 1999 dem ÖSTAT übertragen. Der vorliegende Bericht arbeitet die neueste vom ÖSTAT publizierte Energiebilanz der Jahre 1996 bis 1998 ein (41).
- Einarbeitung einer neuen Studie im Bereich der Emissionen des Sektors Natur: Umfangreiche Neuerungen bei der Formatumstellung der Berechnungsmethode (CORINAIR) durch die Europäische Umweltagentur machte eine umfassende Neubewertung der sogenannten 'natürlichen' Emissionen notwendig. Dabei wurden insbesondere auch erstmalig die Emissionen von Gewitterblitzen mitaufgenommen (38).

---

<sup>1</sup> BGBl. Nr. 158/1983; United Nations Economic Commission for Europe / Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (UNECE/CLRTAP)

<sup>2</sup> Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe

- Einarbeitung einer Studie im Bereich der Lösemittlemissionen: Durch den Beitritt Österreichs zur Europäischen Union wurde die Qualität einer Reihe von statistischen Berechnungsgrundlagen beeinflusst. So konnte die sogenannte Import-Exportstatistik nicht mehr im gleichen Maße fortgeführt werden. Da diese Statistik aber eine entscheidende Grundlage für die Berechnung der Lösemittlemissionen darstellt, wurde auch dieser Bereich neu erhoben und revidiert (39) (40).
- Einarbeitung neuester Emissionsfaktoren im Bereich der Kleinf Feuerungsanlagen bei Haushalten: Mit Herbst 1999 konnte eine groß angelegte Studie über die Emissionen von Kleinf Feuerungsanlagen bei Einsatz von festen Brennstoffen in Österreich fertig gestellt werden. Die Ergebnisse dieser Studie wurden in den vorliegenden Bericht aufgenommen (50).
- Einarbeitung einer Studie über Emissionen aus Deponien: In den letzten Jahren kommt den CH<sub>4</sub>-Emissionen aus Deponien als einem der Treibhausgase verstärkte Bedeutung zu. Das Umweltbundesamt hat deshalb in diesem Bereich die Qualität dieser Emissionsberechnungen verbessert (49).
- Neuberechnung der CO<sub>2</sub>-Senken: Diese Neuberechnung erfolgte durch das Umweltbundesamt in Zusammenarbeit mit der Forstlichen Bundesversuchsanstalt (FBVA) und berücksichtigt die Ergebnisse der Österreichischen Waldinventur 1992/96 (47).

Eine Reihe von weiteren vorläufigen Statistiken konnten durch aktuelle Publikationen insbesondere des ÖSTAT ersetzt werden. Diese Aktualisierung wurde dabei auch für vergangene Jahre durchgeführt.

### Datengrundlage

Das Umweltbundesamt führt jährlich eine Inventur des Ausstoßes von Luftschadstoffen durch, die als Grundlage für die Erfüllung der nationalen und internationalen Berichtspflichten herangezogen wird. Diese *Österreichische Luftschadstoff-Inventur* (OLI) wird jedenfalls auch für zurückliegende Jahre aktualisiert, um *vergleichbare* Zeitreihen zur Verfügung zu haben. Tabelle 1 fasst den Stand der Daten und das Berichtsformat des vorliegenden Berichtes zusammen.

Tab. 1: Datengrundlage des vorliegenden Berichtes

Inventur	Datenstand	Berichtsformat
<b>OLI 99</b>	<b>Dezember 1999</b>	<b>EMEP</b>

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>ÖSTERREICH UND INTERNATIONALE BERICHTSPFLICHTEN ÜBER DEN AUSSTOSS VON LUFTSCHADSTOFFEN.....</b>	<b>9</b>
1.1	Grundlagen .....	9
1.2	UNECE/CLRTAP .....	9
1.3	UNFCCC .....	10
1.4	EU Monitoring Mechanism.....	10
1.5	Berichtsformate und Überblickstabelle zu den Berichtspflichten .....	11
<b>2</b>	<b>DIE BERICHTSPFLICHT DER UNECE/CLRTAP .....</b>	<b>13</b>
2.1	Ursprung der UNECE/CLRTAP .....	13
2.2	Protokolle zur UNECE/CLRTAP .....	13
2.2.1	EMEP Protokoll - 1984 Genf.....	13
2.2.2	Protokoll betreffend die Reduktion von Schwefelemissionen um mind. 30% - 1985 Helsinki.....	14
2.2.3	Protokoll betreffend Emissionen von Stickstoffoxiden - 1988 Sofia .....	14
2.2.4	Protokoll betreffend Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen - 1991 Genf ..	15
2.2.5	Protokoll betreffend die Verringerung von Schwefelemissionen - 1994 Oslo .....	15
2.2.6	Protokoll betreffend Schwermetalle - 1998 Aarhus .....	15
2.2.7	Protokoll betreffend persistente organische Verbindungen (POPs) - 1998 Aarhus ...	16
2.2.8	Protokoll zur Verminderung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon - 1999 Göteborg .....	16
<b>3</b>	<b>GRUNDLAGEN DER INVENTUR .....</b>	<b>17</b>
3.1	Methoden .....	17
3.2	Schadstoffe .....	18
3.3	Qualitätsmanagement .....	19
3.3.1	Akkreditierung .....	19
3.3.2	Dokumentation .....	19
3.4	Verursachereinteilung.....	20
<b>4</b>	<b>TREND - UND VERURSACHERANALYSE.....</b>	<b>23</b>
4.1	Schadstofftrends .....	23
4.1.1	Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ).....	23
4.1.2	Stickstoffoxide (NO <sub>x</sub> ).....	24
4.1.3	Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC) .....	26
4.1.4	Methan (CH <sub>4</sub> ).....	27
4.1.5	Kohlenmonoxid (CO) .....	29
4.1.6	Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ).....	30
4.1.7	Distickstoffoxid (N <sub>2</sub> O).....	31

---

4.1.8	Ammoniak (NH <sub>3</sub> ).....	32
4.1.9	Kadmium (Cd) .....	33
4.1.10	Quecksilber (Hg).....	34
4.1.11	Blei (Pb) .....	35
4.1.12	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH) .....	36
4.1.13	Dioxine .....	37
<b>4.2</b>	<b>Verursachertrends.....</b>	<b>39</b>
4.2.1	Wärme- und Heizkraftwerke .....	39
4.2.2	Kleinverbraucher .....	41
4.2.3	Industrie .....	42
4.2.4	Verkehr.....	44
4.2.5	Land- und Forstwirtschaft (inkl. Natur) .....	46
<b>4.3</b>	<b>Umwelttrends.....</b>	<b>48</b>
4.3.1	Treibhauseffekt (Klimaänderung).....	48
4.3.2	Übersäuerung und Eutrophierung.....	49
<b>5</b>	<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>50</b>
	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>51</b>
	<b>ANHANG: EMISSIONSBERICHTSPFLICHT UNECE99 .....</b>	<b>55</b>

# 1 ÖSTERREICH UND INTERNATIONALE BERICHTSPFLICHTEN ÜBER DEN AUSSTOSS VON LUFTSCHADSTOFFEN

## 1.1 Grundlagen

Österreich hat sich im Rahmen internationaler Übereinkommen, sowie als Mitgliedstaat der Europäischen Union im Rahmen des Gemeinschaftsrechtes, dazu verpflichtet, Daten über den Ausstoß von Luftschadstoffen in Österreich an verschiedene Stellen zu übermitteln.

Die drei wichtigsten Berichtspflichten, welche von Österreich im Jahr 1999 wahrzunehmen waren, sind:

- die in diesem Bericht angesprochene Berichtspflicht im Rahmen des *Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (United Nations Economic Commission for Europe / Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, UNECE/CLRTAP)*<sup>3</sup>,
- die Berichtspflicht an das Sekretariat des *Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)*<sup>4</sup>, sowie
- die Übermittlung von Emissionsdaten an die Europäische Kommission im Rahmen des *Systems zur Beobachtung der Emissionen von CO<sub>2</sub> und anderen Treibhausgasen in der Gemeinschaft (Entscheidung des Rates 99/296/EG vom 26. April 1999, EU Monitoring Mechanism)*<sup>5</sup>.

Die wichtigsten Vorschriften dieser drei Berichtssysteme für Emissionsdaten von Luftschadstoffen werden im folgenden kurz beschrieben. Eine ausführlichere Beschreibung der UNECE/CLRTAP und der zugehörigen Protokolle erfolgt im nächsten Kapitel.

## UNECE/CLRTAP

Im Rahmen der UNECE/CLRTAP und der dazu abgeschlossenen Protokolle verpflichteten sich deren Vertragsparteien, jährlich nationale Emissionsdaten für Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>), Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOCs), die Schwermetalle Cd, Hg, Pb sowie für persistente organische Verbindungen (POPs) zu berichten.

Darüber hinaus sind aufgrund von Beschlüssen des Exekutivorgans der UNECE/CLRTAP auch Emissionsdaten für Methan (CH<sub>4</sub>), Kohlenmonoxid (CO), Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Distickstoffoxid (N<sub>2</sub>O) und Ammoniak (NH<sub>3</sub>) zu berichten.

Die Daten über Emissionen dieser Luftschadstoffe sind aufgeschlüsselt nach den 11 hauptverursachenden Quellen zu berichten. Die Übermittlung der Daten hat für jedes Jahr jeweils bis zum 31. Dezember des Folgejahres zu erfolgen.

---

<sup>3</sup> BGBl. Nr. 158/1983

<sup>4</sup> BGBl. Nr. 414/1994

<sup>5</sup> ABl. L 117 05.05.99 S.3

Der vorliegende Bericht basiert auf den vom Umweltbundesamt für 1998 erhobenen Emissionsdaten, welche von Österreich per 31. Dezember 1999 an die UNECE/CLRTAP zu berichten waren. Diese Emissionsdaten werden im dafür geforderten Format, dem sogenannten EMEP-Format, berichtet<sup>6</sup>.

### 1.3 UNFCCC

Im Rahmen der UNFCCC treffen die Vertragsparteien zwei Hauptberichtspflichten. Artikel 4 der UNFCCC schreibt vor, dass alle Vertragsparteien nationale Inventuren entwickeln, regelmäßig auf dem aktuellen Stand halten und an die Vertragsstaatenkonferenz übermitteln sollen. Diese nationale Inventuren umfassen alle vom Menschen verursachten Emissionen an Treibhausgasen, sowie den möglichen Abbau solcher Gase durch sogenannte *Senken*.

In Ausgestaltung dieser Vorschrift durch die Vertragstaatenkonferenz hat Österreich jährlich zum 15. April Emissionsinventuren an das Sekretariat der UNFCCC zu übermitteln. Weiters müssen im Rahmen der UNFCCC gemäß Artikel 12 auch sogenannte *National Communications* erstellt und übermittelt werden, welche über die Emissionsdaten hinaus u.a. Reduktionskonzepte und -maßnahmen der Vertragsparteien enthalten müssen, sowie Entwicklungsprognosen für zukünftige Emissionen.

Neben den Treibhausgasemissionen umfasst die Berichtspflicht an das Sekretariat der UNFCCC auch Daten über den Abbau solcher Gase durch Senken, was in Zukunft bei der Berechnung der den verschiedenen Staaten zugestandenen Emissionsobergrenzen hohe Bedeutung erlangen kann.

Das Berichtsformat der UNFCCC folgt der Methodik für Emissionsinventuren des *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), einer Expertengruppe, welche von der *World Meteorological Organization* (WMO) und dem *United Nations Environment Program* (UNEP) eingesetzt wurde.

### EU Monitoring Mechanism

Nach der Unterzeichnung der UNFCCC hat die Europäische Gemeinschaft als Vertragspartei im Jahr 1993 ein *System zur Beobachtung der Emissionen von CO<sub>2</sub> und anderen Treibhausgasen in der Gemeinschaft* (Entscheidung 93/389/EWG) eingesetzt. Dieses System diente dazu, die Fortschritte bei der Stabilisierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen auf dem Gebiet der EU auf dem Niveau von 1990 bis zum Jahr 2000 zu kontrollieren. Mit dem Abschluss des Kyoto-Protokolls wurde der Monitoring Mechanism den neuen Bestimmungen angepasst (Entscheidung 99/296/EG). Neben dem CO<sub>2</sub>-Stabilisierungsziel bis zum Jahr 2000 wurden nun die Emissionsbegrenzungen bzw. -reduktionen aller im Kyoto-Protokoll vorgesehener Treibhausgase (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC, SF<sub>6</sub>) bis zum Verpflichtungszeitraum 2008-2012 als neue Zielsetzung in den Monitoring Mechanism aufgenommen. Außerdem wurden die Bemühungen verstärkt, die tatsächlichen und geplanten Fortschritte der Mitgliedstaaten im Hinblick auf die Erfüllung der Verpflichtungen der Gemeinschaft zu bewerten.

Damit wurden den Mitgliedstaaten verstärkte Berichtspflichten auferlegt. Sie müssen *Nationale Programme* erstellen bzw. aktualisieren und der Kommission übermitteln. Diese

---

<sup>6</sup> die CO<sub>2</sub>-Daten werden gemäß dem EMEP-Format nach der IPCC-Methode berechnet.

Programme sollen u.a. folgende Angaben enthalten: (1) Bestandsaufnahmen der sechs im Kyoto-Protokoll genannten Treibhausgase; (2) Details zu durchgeführten oder beschlossenen politischen Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen; (3) Schätzwerte für die Auswirkungen der Maßnahmen und Einbeziehung dieser Werte in Projektionen der sechs Treibhausgase bis 2008-2012.

Außerdem müssen die Mitgliedstaaten der Kommission jedes Jahr bis 31. Dezember neueste *Bestandsaufnahmen* der Treibhausgasemissionen im IPCC Format übermitteln. Sie müssen folgendes enthalten: (1) Angaben über die anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen und deren Abbau durch Senken für das Vorjahr; (2) für die übrigen Treibhausgase provisorische Zahlen für das letzte und endgültige Zahlen für das vorletzte Jahr; (3) die zuletzt verfügbaren Vorausschätzungen für die Treibhausgasemissionen und deren Abbau durch Senken bis 2008-2012 und, soweit möglich, für 2005. Dieser Verpflichtung kam Österreich mit der Übermittlung eines internen Berichtes des Umweltbundesamtes über die Emissionen von Treibhausgasen von 1980 bis 1998 nach (46).

## Berichtsformate und Überblickstabelle zu den Berichtspflichten

Für die Art der Berichterstellung von Emissionen gelten unterschiedliche Vorschriften. Man spricht dabei vom 'Berichtsformat' einer Inventur. Entsprechend diesen unterschiedlichen Vorschriften werden die Verursacher von Luftschadstoffen in jeweils unterschiedliche Emittentengruppen eingeteilt.

Dabei sind je nach Berichtsformat nicht nur Art und Zahl der Emittentengruppen verschieden, sondern auch die Gesamtemissionen können unterschiedlich sein. Dies deshalb, weil manche - meist geringfügige - Einzelposten unterschiedlich in die Endsumme eingehen.

Ein weiterer Grund für unterschiedliche Gesamtemissionen liegt in der unterschiedlichen Zurechnung von internationalem Flug- und Schiffsverkehr, sowie in der unterschiedlich gehandhabten Definition der *von Menschen* verursachten (anthropogenen) Emissionen. Dies führt dazu, dass Emissionsangaben nur im gleichen Berichtsformat (etwa EMEP oder IPCC) vergleichbar sind.

Zusammenfassend können die wichtigsten Bestimmungen der von Österreich einzuhaltenden Berichtspflichten betreffend Emissionen von Luftschadstoffen im Jahr 1999 der folgenden Tabelle entnommen werden.

Tab. 2: Internationale Berichtspflichten 1999

Berichtspflicht	Fälligkeitsdatum	Berichtsformat	Umfang (Luftschadstoffe)
UNECE/CLRTAP	31. Dezember 1999	EMEP	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , NMVOCs, CH <sub>4</sub> , CO, CO <sub>2</sub> <sup>7</sup> , N <sub>2</sub> O, NH <sub>3</sub> , HM, POPs
UNFCCC	15. April 2000	IPCC	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFC, PFC, SF <sub>6</sub>
EU Monitoring Mechanism	31. Dezember 1999	IPCC	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFC, PFC, SF <sub>6</sub>

<sup>7</sup> Berechnung nach IPCC Methode



## 2 DIE BERICHTSPFLICHT DER UNECE/CLRTAP

### 2.1 Ursprung der UNECE/CLRTAP

In dem Bestreben, negative Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit durch Emissionen von Luftschadstoffen zu minimieren bzw. zu verhindern, unterzeichneten im Jahr 1979 33 Staaten sowie die Europäische Gemeinschaft im Rahmen der United Nations Economic Commission for Europe das *Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (UNECE/Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, UNECE/CLRTAP)*<sup>8</sup>. Von den 55 UNECE-Staaten sind derzeit 45 Vertragsparteien der CLRTAP (Stand: Oktober 1999), darunter neben allen EU Mitgliedstaaten auch Kanada, die USA und Russland. Weiters ist neben den EU-Mitgliedstaaten auch die Europäische Gemeinschaft Vertragspartei der UNECE/CLRTAP.

Die Hauptbestimmungen des Übereinkommens selbst legen als Grundprinzipien den Schutz der Menschen und ihrer Umwelt vor Luftverschmutzung nieder. Luftverschmutzung soll so weit als möglich Schritt für Schritt reduziert und verhindert werden. Als Mittel dazu sollen der Austausch von Informationen und begleitende Kontrolle der Auswirkungen von politischen Maßnahmen in relevanten Bereichen herangezogen werden.

Die Vertragsparteien, welche sich mindestens einmal jährlich zu einer Tagung zu versammeln haben, betrauten mit der Führung der Aufgaben des Übereinkommens das *Exekutivorgan* zur UNECE/CLRTAP, welches bei der UNECE in Genf eingerichtet ist und durch ein Exekutivsekretariat unterstützt wird.

### 2.2 Protokolle zur UNECE/CLRTAP

Um die Ziele des Übereinkommens zu erreichen, haben die Vertragsparteien ergänzende Protokolle abgeschlossen. Bisher hat Österreich acht Protokolle zur UNECE/CLRTAP unterzeichnet:

#### 2.2.1 EMEP Protokoll - 1984 Genf

Im sogenannten EMEP Protokoll<sup>9</sup> zur UNECE/CLRTAP einigten sich die Vertragsparteien auf die langfristige Finanzierung eines Programms über die Zusammenarbeit bei der Messung und Bewertung der weiträumigen Übertragung von luftverunreinigenden Stoffen in Europa.

Das EMEP-Programm wurde 1978 in Zusammenarbeit der *World Meteorological Organization (WMO)* mit dem *United Nations Environment Programme (UNEP)* begonnen und als Teil von UNEPs *Global Environment Monitoring System (GEMS)* durchgeführt (22). Ziel von EMEP ist es, Informationen über den Transport und den Niederschlag grenzüberschreitender Luftschadstoffe für Regierungen und Wissenschaftler bereitzustellen. Durch die Einbeziehung in die UNECE/CLRTAP im Genfer Protokoll 1984 und die damit verbundene Finanzierungsgarantie wurde das EMEP Programm deutlich gestärkt. Seine drei Hauptkomponenten sind :

- Die Sammlung von Emissionsdaten für die folgenden Substanzen: Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>), Kohlenwasserstoffe ohne Methan (*non-methane*)

---

<sup>8</sup> BGBl. Nr. 158/1983

<sup>9</sup> BGBl. Nr. 41/1988

*volatile organic compound*, NMVOC), Methan (CH<sub>4</sub>), Kohlenmonoxid (CO), Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Distickstoffoxid (N<sub>2</sub>O) und Ammoniak (NH<sub>3</sub>), sowie Schwermetalle (*heavy metals*, HM) und persistente organische Schadstoffe (*persistent organic pollutants*, POPs).

- Die Messung von Luft- und Niederschlagsqualität
- Die Modellierung der atmosphärischen Ausbreitung

Die Vertragsparteien der UNECE/CLRTAP berichten ihre nationalen Emissionsdaten an das Exekutivorgan. Im Rahmen des EMEP Programms werden dann die Schadstoffströme und die Deposition der Schadstoffe nach Empfängerstaaten und Emittenten dargestellt. Messdaten für das EMEP Programm werden derzeit an rund 100 Messstationen in 24 ECE Ländern erhoben.

### **2.2.2 Protokoll betreffend die Reduktion von Schwefelemissionen um mind. 30% - 1985 Helsinki**

Schwefeldioxid ist die einzige in der UNECE/CLRTAP ausdrücklich erwähnte Substanz, und auch das EMEP-Messprogramm erfasste ursprünglich nur Schwefelverbindungen. In diesem - ersten schadstoffbezogenen - Protokoll<sup>10</sup> zur UNECE/CLRTAP, setzten sich die unterzeichnenden Parteien die Verringerung der Schwefelemissionen oder ihres grenzüberschreitenden Flusses um mindestens 30 Prozent bis 1993 berechnet auf Basis der Emissionen im Jahr 1980 zum Ziel.

Gemäß Artikel 5 des Protokolls betreffend Schwefelemissionen haben die Vertragsparteien den Umfang ihrer nationalen jährlichen Schwefelemissionen und ihre Berechnungsgrundlage an das Exekutivorgan der UNECE/CLRTAP zu berichten.

### **2.2.3 Protokoll betreffend Emissionen von Stickstoffoxiden - 1988 Sofia**

Die UNECE/CLRTAP hatte neben Schwefeldioxiden schon von Anfang an die Erfassung weiterer Schadstoffemissionen zum Ziel. In der Präambel zum Übereinkommen unterstreichen die Vertragsparteien die Notwendigkeit der Zusammenarbeit "bei der Aufstellung eines umfassenden Programms zur Überwachung und Beurteilung des weiträumigen Transports von luftverunreinigenden Stoffen, beginnend mit Schwefeldioxid und möglicherweise später andere luftverunreinigende Stoffe einzubeziehend."

Im Protokoll betreffend die Bekämpfung von Emissionen von Stickstoffoxiden oder ihres grenzüberschreitenden Flusses<sup>11</sup>, 1988 in Sofia unterzeichnet, wurde als erste Maßnahme vereinbart, die Stickstoffoxidemissionen oder deren grenzüberschreitenden Fluss bis zum 31. Dezember 1994 zu stabilisieren. Als Basisjahr wurde 1987 angenommen, jedoch sind Ausnahmen zulässig (z.B. 1978 als Basisjahr für die USA).

Gemäß Artikel 8 des Sofia Protokolls haben die dadurch verpflichteten Vertragsparteien jedes Jahr den Umfang ihrer nationalen jährlichen NO<sub>x</sub>-Emissionen und ihre Berechnungsgrundlagen an das Exekutivorgan der UNECE/CLRTAP zu berichten. Als konkrete Maßnahme verpflichteten sich die Vertragsparteien in Artikel 4 des Sofia Protokolls weiters, eine flächendeckende Versorgung mit unverbleitem Kraftstoff anzustreben.

---

<sup>10</sup> BGBl. Nr. 525/1987

<sup>11</sup> BGBl. Nr. 273/1991

## 2.2.4 Protokoll betreffend Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen - 1991 Genf

Das Protokoll betreffend die Bekämpfung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen (NMVOCs) oder ihres grenzüberschreitenden Flusses<sup>12</sup> legte drei verschiedene Reduktionsziele fest, aus denen die Vertragsparteien anlässlich der Unterzeichnung wählen konnten:

- Eine 30% Reduktion der NMVOC-Emissionen bis 1999 berechnet von einem Basisjahr wählbar zwischen 1984 und 1990. Diese Variante wurde von den meisten Vertragsparteien gewählt, darunter auch Österreich. Als Basisjahr wurde von Österreich 1988 gewählt.
- Die gleiche 30% Reduktion in festgelegten Gebieten, in denen Maßnahmen zur Verminderung der troposphärischen Ozonkonzentrationen durchgeführt werden (Anhang I), sofern die gesamten jährlichen VOC-Emissionen des Landes bis 1999 das Niveau von 1988 nicht überschreiten. Diese Option wurde von Norwegen und Kanada gewählt.
- Stabilisierung auf dem Emissionsniveau von 1988, sofern in diesem Jahr die Emissionen bestimmte Höchstgrenzen nicht überstiegen; gewählt von Bulgarien, Griechenland und Ungarn.

Gemäß Artikel 8 des Protokolls haben die Vertragsparteien jedes Jahr den Umfang ihrer nationalen jährlichen NMVOC-Emissionen an das Exekutivorgan der UNECE/CLRTAP zu berichten. Das VOC-Protokoll trat durch die Veröffentlichung im BGBl. III Nr. 164/1997 am 29. September 1997 in Kraft.

## 2.2.5 Protokoll betreffend die Verringerung von Schwefelemissionen - 1994 Oslo

Das Osloer Protokoll zur UNECE/CLRTAP, welches am 5. August 1998 in Kraft trat, hat für Österreich nach Hinterlegung der Ratifikationsurkunde bei den Vereinten Nationen mit 25. November 1998 Geltung erlangt.<sup>13</sup> Eine ursachen- und ergebnisorientierte Vorgehensweise führt im Rahmen dieses Protokolls dazu, dass für verschiedene Vertragsparteien verschiedene Reduktionsverpflichtungen bestehen. Dabei steht die Verhinderung der Überschreitung sogenannter "kritischer Belastungsgrenzen" (critical loads) an Schwefelemissionen im Vordergrund. Neu ist auch, dass ein *Implementation Committee* die Einhaltung der vorgeschriebenen Emissionsziele überwachen wird.

## 2.2.6 Protokoll betreffend Schwermetalle - 1998 Aarhus

Dieses Protokoll zielt darauf ab, die Emissionen der Vertragsparteien von Kadmium (Cd), Blei (Pb) und Quecksilber (Hg) unter den Stand der Emissionen eines je zwischen 1985 und 1995 wählbaren Basisjahres zu reduzieren. Das Protokoll sieht dazu insbesondere Maßnahmen betreffend Emissionsreduktionen der Sektoren Industrie, Verbrennungsprozesse (inkl. Verkehr) und Abfallverwertung vor. Die Mitgliedstaaten haben entsprechende Grenzwerte und die Anwendung bester verfügbarer Techniken binnen zwei bzw. acht Jahren (für neue bzw. bestehende Verursacherquellen) ab Inkrafttreten des Protokolls umzusetzen.

---

<sup>12</sup> BGBl. III Nr. 164/1997

<sup>13</sup> BGBl. III Nr. 60/1999

Dieses Protokoll wurde von Österreich bereits unterzeichnet, ist jedoch noch nicht im BGBl. veröffentlicht.

### **Protokoll betreffend persistente organische Verbindungen (POPs) - 1998 Aarhus**

Dieses Protokoll konzentriert sich auf 16 organische Substanzen bzw. Substanzgruppen, welche aufgrund der damit verbundenen hohen Risikokriterien ausgewählt wurden. Ziele des Protokolls sind, drastische Emissionsreduktionen gefährlicher Substanzen zu erreichen, bzw. deren Emissionen gänzlich zu unterbinden. Während für manche Substanzen ein sofortiges Produktions- und Gebrauchsverbot vorgesehen ist, soll der Verbrauch weniger gefährlicher Substanzen über einen längeren Zeitraum kontinuierlich reduziert werden.

### **2.2.8 Protokoll zur Verminderung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon - 1999 Göteborg**

1996 wurden die Verhandlungen zu einem neuen Protokoll begonnen, das zum ersten Mal mehrere Schadstoffe und mehrere Umweltprobleme gleichzeitig erfassen wird (Multischadstoff-/Multieffekt-Protokoll). Ziel dieses Protokolls ist die Reduktion von Schwefeldioxid, Stickoxiden, Ammoniak und flüchtigen organischen Verbindungen, um negative Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt durch Versauerung, Eutrophierung und die Bildung von bodennahem Ozon zu verhindern. Das Protokoll sieht unterschiedliche Emissionsobergrenzen für die Vertragsstaaten vor. Diese Grenzen orientieren sich einerseits an den kritischen Belastungswerten für den Schutz von Ökosystemen bzw. der menschlichen Gesundheit und andererseits an ökonomischen Kriterien, um die Maßnahmenkosten in den jeweiligen Vertragsstaaten insgesamt zu minimieren. Außerdem sieht das Protokoll Emissionsgrenzwerte für neue und bestehende stationäre Emissionsquellen vor, im speziellen für Großfeuerungsanlagen, und für neue mobile Emittenten, wie Pkw und Lkw. Zum ersten Mal im Rahmen der CLRTAP wird auch die Landwirtschaft miteinbezogen, in dem verpflichtende Maßnahmen zur Reduktion von Ammoniak vorgeschrieben werden.

Am 1. Dezember 1999 wurde dieses Protokoll von Österreich unterzeichnet. Die darin festgelegten Emissionsgrenzen für die jährlichen Emissionen sind von den Vertragsstaaten bis zum Jahr 2010 zu erreichen. Für Österreich wurden folgende Obergrenzen vereinbart:

- SO<sub>2</sub>: 39.000 Tonnen/a (entspricht einer rund 60%igen Reduktion ab 1990)
- NO<sub>x</sub>: 107.000 Tonnen/a (rund 45%ige Reduktion)
- NH<sub>3</sub>: 66.000 Tonnen/a (rund 20%ige Reduktion)
- NMVOC: 159.000 Tonnen/a (rund 50%ige Reduktion)

Diese Obergrenzen beziehen sich auf anthropogene Emissionen. Dabei werden nur die Verursachergruppen 1-10 herangezogen. Nicht vom Menschen verursachte Emissionen finden keine Berücksichtigung (siehe "ANTHROPOGENIC TOTAL" in den Emissionstabellen des Anhangs).

### 3 GRUNDLAGEN DER INVENTUR

Dieses Kapitel beschreibt die Grundlagen der *Österreichischen Luftschadstoff-Inventur* (OLI). Dabei wird auf die verwendete Methode zur Berechnung von jährlichen Emissionswerten aus Einzelmessungen sowie auf die Verursachereinteilung und Schadstoffauswahl eingegangen.

#### 3.1 Methode

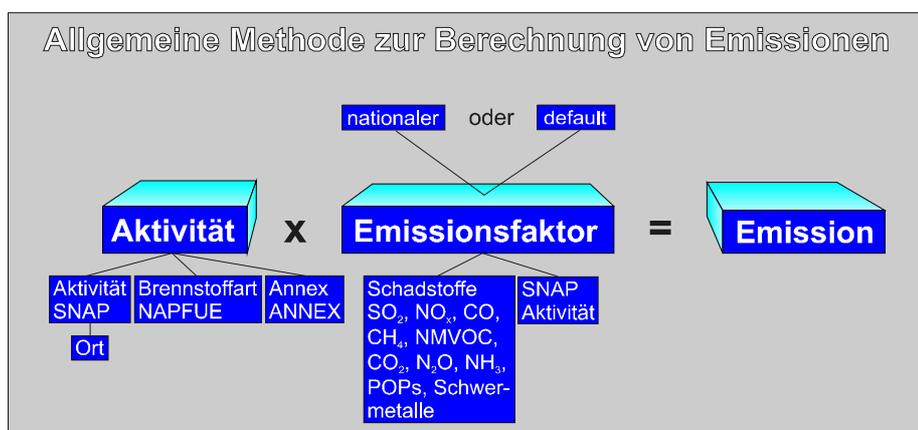
Die *Österreichische Luftschadstoff-Inventur* (OLI) ermittelt den Ausstoß von Luftschadstoffen für jeweils ein Kalenderjahr für das österreichische Staatsgebiet. Dabei hält sich OLI an die Berechnungsmethode CORINAIR<sup>14</sup> der Europäischen Umweltagentur.

Dieser Ausstoß (Emission) von Luftschadstoffen wird allerdings nur bei wenigen großen Einzelquellen *ganzzählig* kontinuierlich gemessen. In Österreich ist dies z.B. bei kalorischen Kraftwerken der Fall, die in der Dampfkessel-Datenbank des Umweltbundesamtes zusammengefasst werden (26), (27), (36). Der Aufwand für eine *umfassende* kontinuierliche Messung wäre aber bei den unzähligen verschiedenen Einzelquellen (Haushalte, Verkehr, ...) zu hoch.

OLI greift deshalb meist auf verallgemeinerte Ergebnisse von Einzelmessungen zurück. Diese finden als sogenannte *Emissionsfaktoren* breite Anwendung. Mit deren Hilfe sowie mit Rechenmodellen und statistischen Hilfsgrößen wird auf *jährliche* Emissionen umgerechnet. Bei den statistischen Hilfsgrößen handelt es sich dabei meist um Energieverbrauch (z.B. Benzinverbrauch), welcher in der Energiebilanz als energetischer Endverbrauch bezeichnet wird. In allgemeingültiger Form werden diese Daten als 'Aktivitäten' bezeichnet. Abb. 1 veranschaulicht dieses Prinzip der Emissionsberechnung.

Sowohl die Einzelmessungen (und somit auch die daraus abgeleiteten *Emissionsfaktoren*) als auch die verwendeten Rechenmodelle sind grundsätzlich einem Prozess der ständigen Verbesserung unterworfen. Dies gilt auch für die statistischen Hilfsgrößen (*Aktivitäten*). So werden z.B. die Energiebilanzen und Brennstoffstatistiken zumindest im Jahresabstand neu überarbeitet und publiziert.

Abb. 1: CORINAIR Berechnungsmethode (23)



<sup>14</sup> Core Inventory Air

Aus Gründen der Transparenz wird für die Emissionsberechnungen im Rahmen von OLI auf publizierte Werte von Emissionsfaktoren und Aktivitäten zurückgegriffen. Falls solche Werte für bestimmte Emissionsfaktoren in Österreich nicht zur Verfügung stehen sollten, wird auf international übliche Werte aus den Kompendien der Berechnungsvorschriften (19), (21) zurückgegriffen.

Der vorliegende Bericht repräsentiert einen 'eingefrorenen' Stand an Emissionsberechnungen. Die Daten entsprechen dem Stand Dezember 1999. Abweichungen zu vergangenen vorliegenden Berichten sind daher möglich, da diese den zum Zeitpunkt der Veröffentlichung gegebenen Stand der zugrundeliegenden Daten reflektieren.

### 3.2 Schadstoffe

Die Berechnungsmethode CORINAIR der EEA bietet zur Zeit etwa die Möglichkeit 30 unterschiedliche Luftschadstoffe zu berechnen. Darüber hinaus ist die Aufnahme weiterer Schadstoffe in die Berechnungsmethode in Diskussion.

Die Liste der UNECE/CLRTAP-Berichtspflicht umfasst eine Liste von Luftschadstoffen mit Betonung auf deren grenzüberschreitende Wirkung. Dieser Bericht beschränkt sich auf jene Schadstoffe, die Österreich im Rahmen der internationalen Verpflichtung des UNECE/CLRTAP übermittelt hat (Abb. 2, Vorwort).

Abb. 2: Schadstoffliste dieses Berichts

<b>SO<sub>2</sub></b>	SO <sub>2</sub> und SO <sub>3</sub> angegeben als SO <sub>2</sub>
<b>NO<sub>x</sub></b>	Stickstoffoxide (NO und NO <sub>2</sub> ) angegeben als NO <sub>2</sub>
<b>NM VOC<sup>15</sup></b>	Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan und ohne Substanzen, die im Montreal Protokoll geregelt werden
<b>CH<sub>4</sub></b>	Methan
<b>CO</b>	Kohlenmonoxid
<b>CO<sub>2</sub></b>	Kohlendioxid
<b>N<sub>2</sub>O</b>	Distickstoffmonoxid (Lachgas)
<b>NH<sub>3</sub></b>	Ammoniak
<b>Cd</b>	Kadmium
<b>Hg</b>	Quecksilber
<b>Pb</b>	Blei
<b>PAH</b>	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (nach US-EPA)
<b>Dioxine</b>	Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD)

<sup>15</sup> Non-Methane Volatile Organic Compounds

### 3.3 Qualitätsmanagement

#### 3.3.1 Akkreditierung

Das Umweltbundesamt hat, als Grundlage für eine im Jahr 2002 geplante Akkreditierung, im Oktober 1999 mit der Einführung eines Qualitätsmanagementsystems begonnen. Die Akkreditierung des Arbeitskreises *Erstellung von Emissionsbilanzen* soll die Einhaltung von Zuverlässigkeit, Kompetenz, Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Vergleichbarkeit gewährleisten und die Erfüllung der Internationalen Berichtspflichten Österreichs auch in Zukunft sicherstellen.

Die Akkreditierung soll nach der ÖNORM EN 45001:1990 erfolgen. Maßgebliche Akkreditierungsstelle ist das Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten (BMWA).

Vorrangiges Ziel der Akkreditierung ist es, einen formalen Rahmen zu schaffen, um Nachvollziehbarkeit und Vergleichbarkeit der Inventur zu gewährleisten, sowie zukünftig erhöhten Qualitätsanforderungen Internationaler Berichtspflichten (insbesondere der UNFCCC) entsprechen zu können.

Diese Anforderungen zeichnen sich folgendermaßen ab:

- Seitens der UNFCCC werden voraussichtlich in den nächsten Jahren verpflichtende Anforderungen zur Einhaltung von Qualitätssicherungsstandards bei der Erstellung von Emissionsbilanzen gestellt werden. Dazu werden zur Zeit sogenannte '*Good Practice Guidelines*' ausgearbeitet.
- In Analogie zum UNFCCC/Kyoto-Protokoll gibt es auch seitens der UNECE/CLRTAP Bestrebungen, aufgrund der geplanten Einführung absoluter Begrenzungen der Emissionen, erhöhte Qualitätsanforderungen an die Emissionsbilanzen zu stellen.

#### 3.3.2 Dokumentation

Um die Forderungen der ÖNORM EN 45001 umsetzen zu können, wird das Umweltbundesamt ein Qualitätsmanagement-System in Form eines Qualitätsmanagement-handbuches erstellen. Dieses Handbuch soll eine genaue Dokumentation der Abläufe zur Erstellung der Inventur (unter Berücksichtigung der Methode nach CORINAIR sowie der *Good Practice Guidelines*), beinhalten.

### 3.4 Verursachereinteilung

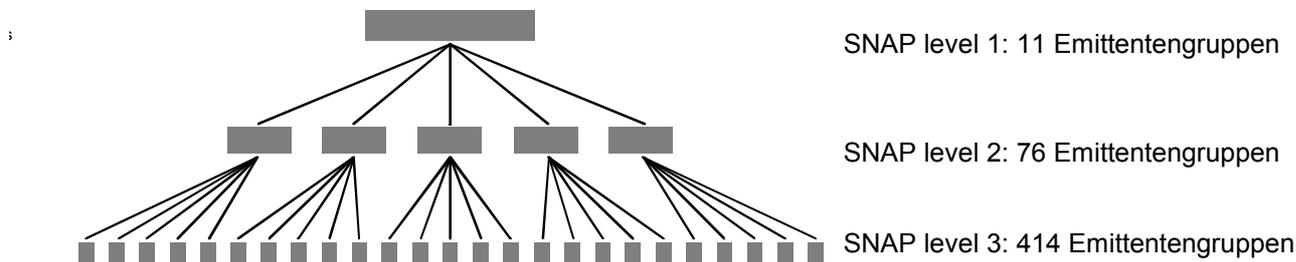
Das EMEP-Berichtsformat unterscheidet eine Reihe von Verursachern von Luftschadstoffemissionen entsprechend einer standardisierten Liste von Emittenten (SNAP<sup>16</sup>). Diese etwa 400 unterschiedlichen Verursacher werden in den folgenden 11 Emittentengruppen (SNAP level 1) zusammengefasst. Dem englischen Originaltitel ist dabei jeweils eine österreichische Entsprechung gegenübergestellt:

1. Combustion in Energy and Transformation Industries (*Wärme- und Heizkraftwerke*)
2. Non-Industrial Combustion (*Kleinverbraucher*)
3. Combustion in Manufacturing Industry (*Industrie - pyrogene Emissionen*)
4. Production Processes (*Industrie - Prozeßemissionen*)
5. Extraction and Distribution of Fossil Fuels (*Brennstoffförderung und Verteilungskette*)
6. Solvent and other Product Use (*Lösemittelemissionen*)
7. Road Transport (*Straßenverkehr*)
8. Other Mobile Sources and Machinery (*sonstiger Verkehr*)
9. Waste Treatment and Disposal (*Abfallbehandlung und Deponien*)
10. Agriculture (*Landwirtschaft*)
11. Other sources and Sinks (*Sonstige Quellen und Senken*)

Diese 11 Emittentengruppen werden in etwa 100 Untersektoren unterteilt (SNAP level 2).

Auf der untersten Ebene (SNAP level 3) werden etwa 400 Aktivitäten der Verursacher von Schadstoffemissionen in die Atmosphäre unterschieden. Im Vergleich zur älteren SNAP94 (siehe BE-108) Einteilung kam es vor allem zu Neuzuordnungen in den Emittentengruppen 10 (Landwirtschaft) und 11 (Sonstige).

Abb. 3: SNAP Stufenaufbau



<sup>16</sup> SNAP: Selected Nomenclature of Air Pollutants

Damit Ergebnisse direkt mit den europäischen Emissionsdaten der Europäischen Umweltagentur verglichen werden können, fasst dieser Bericht (für die graphischen Darstellungen) die SNAP Gruppen 3, 4, 5, 6 und 9 zur Gruppe *Industrie*; 7 und 8 zur Gruppe *Verkehr* sowie die Gruppen 10 und 11 zusammen.

Hauptverursacher für die graphische Darstellung dieses Berichts sind daher:

1. *Wärme- und Heizkraftwerke*
2. *Kleinverbraucher*
3. *Industrie*
4. *Verkehr*
5. *Land- und Forstwirtschaft (inkl. Natur).*

Diese Zusammenfassung in Hauptverursacher dient auch der Übersichtlichkeit in den Graphiken. Die Detailergebnisse, vor allem für den Bereich Industrie, gehen aber keinesfalls verloren. Sie werden sowohl bei der Besprechung der relevanten Ergebnisse als auch in Anhang 1 gesondert ausgewiesen.

Zur weiteren Definition der Hauptverursacher siehe auch das Kapitel 4.2 (Verursachertrends).



## 4 TREND - UND VERURSACHERANALYSE

Dieses Hauptkapitel des vorliegenden Berichtes präsentiert eine Trend- und Verursacheranalyse für Schadstoffemissionen in Österreich während der Jahre 1980 bis 1998. Der mengenmäßigen Darstellung der während dieses Zeitraumes emittierten Schadstoffe folgt eine Beschreibung der wichtigsten Verursachertrends sowie ein kurzer Überblick anhand zweier vorrangiger Umweltthemen.

### 4.1 Schadstofftrends

Dieses Kapitel zeigt die Entwicklung des jährlichen Ausstoßes an Luftschadstoffen in Österreich von 1980 bis 1998 auf. Dabei wird der Schwerpunkt auf die Darstellung des Trends gelegt, mit einer überblicksartigen Darstellung der Hauptverursacher. Dies kann eine Hilfestellung für *schadstofforientierte* Minderungsmaßnahmen liefern.

Für eine detailliertere Verursacheranalyse (somit eine Hilfestellung für *verursacherorientierte* Maßnahmen) siehe Kapitel 4.2.

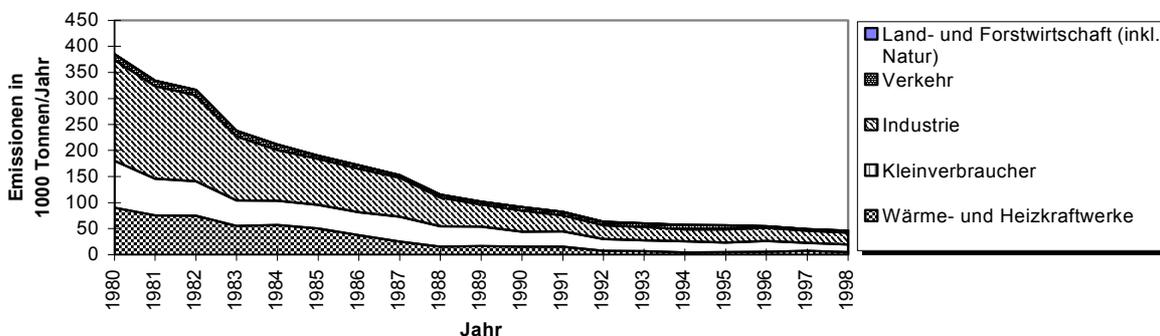
#### 4.1.1 Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)

SO<sub>2</sub> entsteht hauptsächlich beim Verbrennen von schwefelhaltigen Brenn- und Treibstoffen. Hauptquellen sind somit Feuerungsanlagen im Bereich der Industrie und der Kleinverbraucher.

##### **Trend**

Über den Zeitraum der letzten zwei Jahrzehnte gemessen, hat SO<sub>2</sub> (gemeinsam mit Blei) den stärksten Rückgang an Emissionen, verglichen mit anderen in diesem Bericht präsentierten Luftschadstoffen. Dies liegt vor allem an den Verringerungen des Ausstoßes bei kalorischen Kraftwerken, der Industrie und den Kleinverbrauchern. Während die Gesamtemissionen jedoch seit 1980 zuerst stark sanken, war in den letzten Jahren seit 1992 nur mehr eine sehr schwache Abnahme zu verzeichnen.

Abb. 4: Luftschadstoffemissionen an SO<sub>2</sub> in Österreich von 1980 bis 1998



Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 1999, Umweltbundesamt

### ***Ursachen für den Trend***

Grund für die starke Senkung der Emissionen seit 1980 ist die Absenkung des Schwefelanteils in Mineralölprodukten sowie der Einbau von Entschwefelungsanlagen in Kraftwerken. Erstgenanntes äußert sich in allen Bereichen wo kalorische Brennstoffe zum Heizen und zur Energieumwandlung (Kleinverbraucher, Industrie, Kraftwerke) eingesetzt werden. Die Verminderung des Schwefelgehalts in Treibstoffen (Diesel, letzte Stufe von 1995 auf 1996 von 0,15% auf 0,05%) äußert sich in den stufenweise zurückgehenden SO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrs. Darüber hinaus brachten Entschwefelungsanlagen stark rückläufige Emissionen im Bereich der Wärme- und Heizkraftwerke.

Dazu kommt auch, vor allem im Bereich der Industrie, ein Rückgang stark energieintensiver Produktion (Grundstoffindustrie) sowie die Umstellung auf Erdgas.

Die schwachen Abnahmeraten der letzten Jahre sind dadurch bedingt, dass die wesentlichen Maßnahmen zur Emissionsminderung bereits in den Jahren 1980 bis 1990 gesetzt wurden.

### ***UNECE/CLRTAP***

Das 1985 vereinbarte Ziel des Helsinki Protokolls zur UNECE/CLRTAP, das ist eine Verringerung der Schwefelemissionen um mindestens 30 Prozent auf Basis 1980 bis 1993, wurde von Österreich im Hinblick auf die 1993 berichteten Emissionen von 60 Gg SO<sub>2</sub> eindeutig erreicht und darüber hinaus deutlich unterschritten.

Die im Göteborg-Protokoll festgelegte Emissionsobergrenze für SO<sub>2</sub> von 39.000 Tonnen, wird zur Zeit noch deutlich überschritten.

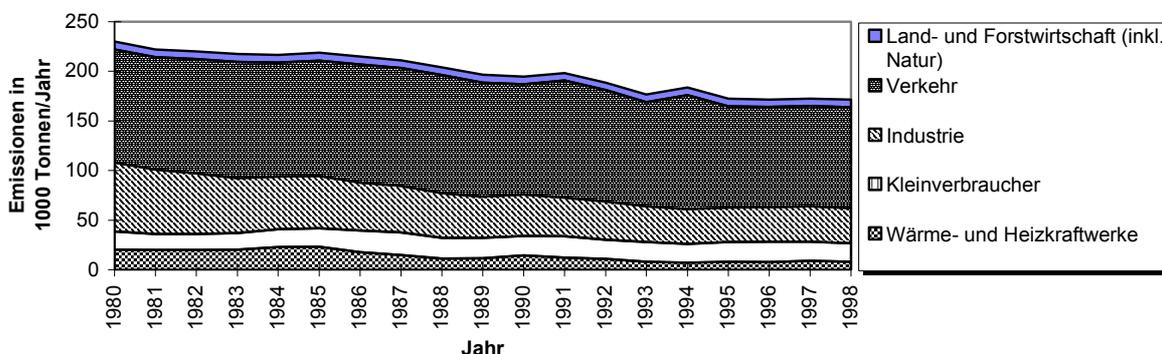
## **4.1.2 Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>)**

NO<sub>x</sub> entsteht überwiegend durch die Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen bei hoher Temperatur. Der mit Abstand größte Verursacher ist der Verkehr.

### ***Trend***

Der Ausstoß von NO<sub>x</sub> hat sich im langfristigen Berichtszeitraum nur wenig verringert. Industrie und Kraftwerke trugen dabei am stärksten zu dem sinkenden Trend bei. Die Emissionen von Verkehr, Kleinverbraucher und Land- und Forstwirtschaft stagnieren demgegenüber oder nehmen leicht zu.

Die Emissionen von Stickoxiden sanken nach einer leichten Zunahme im Jahr 1997 wieder geringfügig. Der bisherige Tiefstwert (1996) konnte jedoch nicht mehr erreicht werden.

Abb. 5: Luftschadstoffemissionen an NO<sub>x</sub> in Österreich 1980 - 1998

Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 1999, Umweltbundesamt

### Ursachen

Obwohl sich der Schadstoffausstoß pro Fahrzeug (pro gefahrenem Kilometer und verbrauchtem Liter Treibstoff) in den letzten Jahren kontinuierlich verkleinert hat, bleibt die Gesamtemission des Sektors Verkehr seit drei Jahren in Summe etwa gleich. Der im Vorgängerbericht noch berichtete Einbruch der Verkehrsemissionen im Jahre 1996 konnte durch die neueste Energiebilanz des ÖSTAT nicht bestätigt werden. Allerdings zeichnet sich nach wie vor ein leichter Anstieg der Emissionen in den letzten Jahren ab.

Der Grund für diese Entwicklung liegt im stetigen Zunehmen der Verkehrsaktivität (gemessen in Personen- und Tonnenkilometern) sowie im Trend zu schwereren Nutzfahrzeugen, der die Einsparung gemessen an den Emissionen pro verbrauchtem Treibstoff (= Emissionsfaktor) durch höhere Verbräuche wieder aufwiegt, sowie im verstärkten Einsatz von Dieselmotoren.

Bei Industrie und Kraftwerken sind neben einer generellen Effizienzsteigerung der Einbau von Entstickungsanlagen und Low-NO<sub>x</sub> Brennern als Gründe für eine Reduktion der Emissionen zu nennen.

Der Anstieg von 1996 auf 1997 erklärt sich (wie bei SO<sub>2</sub>) durch erhöhten Brennstoffeinsatz; die damit verbundene Emissionssteigerung konnte nicht durch den weiteren Anstieg des Anteils der umweltfreundlichen Kraftfahrzeuge kompensiert werden.

### UNECE/CLRTAP

Österreich hat das Hauptziel des Sofia Protokolls zur UNECE/CLRTAP, nämlich die Emissionen im Jahr 1994 auf Basis 1987 zu stabilisieren, eindeutig umgesetzt.

Um die Emissionsobergrenze für NO<sub>x</sub>, die im Protokoll von Göteborg mit 107.000 Tonnen für 2010 festgelegt wurden zu unterschreiten, bedarf es einiger Anstrengungen, denn derzeit liegt der gesamte NO<sub>x</sub>-Ausstoß bei rund 170.000 Tonnen.

### 4.1.3 Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC)

NMVOCs entstehen größtenteils beim Verdunsten von Lösemitteln und Treibstoffen, sowie durch die unvollständige Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen. Hauptverursacher sind Industrie und Land- und Forstwirtschaft.

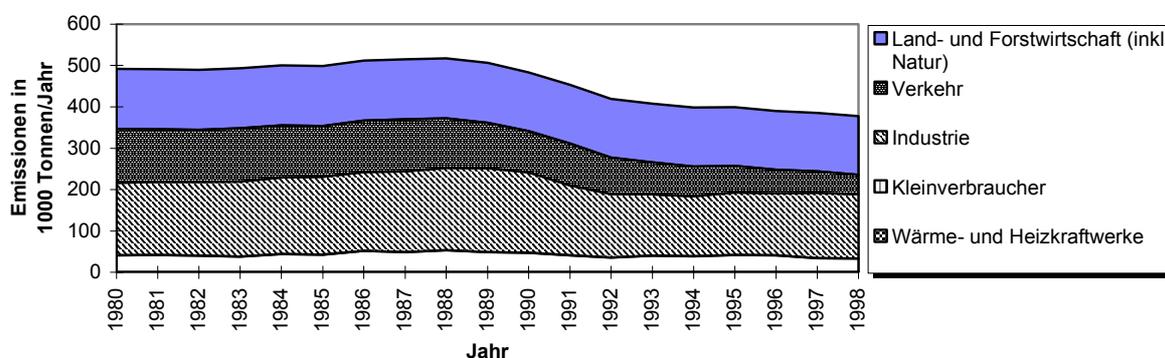
Zu beachten ist dabei jedoch, dass der gesamte Bereich der Lösemittellemissionen und jener der Abfallbehandlungen und Deponien (SNAP 6 und 9, siehe Kapitel 1.3) aus Gründen der Übersichtlichkeit und internationalen Vergleichbarkeit der Industrie zugeordnet wurde. Vor allem erstgenannter Bereich ist für den überwiegenden Teil der NMVOC-Emissionen der Industrie verantwortlich (siehe auch Anhang).

#### Trend

Ab den 90er Jahren gehen die NMVOC-Emissionen zurück. Am stärksten ist die Abnahme im Verkehrsbereich bis 1993. Im Zeitraum 1996 - 1998 setzt sich dieser Trend mit einem leichten Rückgang fort.

Die landwirtschaftlichen Emissionen insb. der Natur wurden für den vorliegenden Bericht dabei vollständig neu erhoben und überarbeitet, weshalb es zu Unterschieden im Vergleich zu früheren Berichten kommt. Für Kleinverbraucher schlagen in den letzten Jahren auch die neu erhobenen Emissionsfaktoren bei festen Brennstoffen für Kleinfeuerungsanlagen zu Buche.

Abb. 6: Luftschadstoffemissionen an NMVOC in Österreich 1980 - 1998



Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 1999, Umweltbundesamt

#### Ursachen

Die Reduktion der NMVOC-Emissionen ist hauptsächlich auf die Einführung strengerer Abgasgrenzwerte für PKW gemäß dem Stand der Technik (geregelter Katalysator), sowie die Verringerung des Einsatzes von Lösemitteln durch die Verwendung von lösemittelarmen Produkten (Lösemittel- und Lackieranlagenverordnung) zurückzuführen, sowie auf den verstärkten Einsatz von Diesel-Kfz im PKW-Sektor.

Außerdem hat vor allem in den letzten Jahren auch die Einführung von Aktivkohlekanistern und Gaspendeleinrichtungen bei Tankstellen zur Verringerung der Treibstoff-Verdunstungsverluste im Bereich des Verkehrs geführt.

#### UNECE/CLRTAP

Im Rahmen des Genfer Protokolls 1991 zur UNECE/CLRTAP hat sich Österreich zu einer 30%igen Reduktion der nationalen NMVOC-Emissionen bis 1999, bezogen auf die Emissionen des Jahres 1988 verpflichtet. Ausgehend von den anthropogenen Emissionen (ohne Natur) von 377.000 Tonnen im Jahr 1988 erhält man daher für 1999 einen Sollwert von 264.000 Tonnen NMVOC.

Sofern im Jahr 1999 kein Anstieg der Emissionen gegenüber jenen im Jahr 1998 zu verzeichnen ist, wird Österreich dieses Ziel erfüllen können.

Um das Minderungsziel gemäß Göteborg-Protokoll von 159.000 Tonnen für das Jahr 2010 erreichen zu können, werden allerdings noch zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein.

#### 4.1.4 Methan (CH<sub>4</sub>)

Methan entsteht hauptsächlich bei der Verdauung von Pflanzenfressern sowie beim Abbauprozess auf Deponien. Hauptquellen sind die Land- und Forstwirtschaft und die Industrie.

Zu beachten ist, dass nahezu der gesamte Ausstoß an CH<sub>4</sub> der Industrie aus dem Bereich der Abfallbehandlung und Deponien stammt. Dieser Bereich wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit und internationalen Vergleichbarkeit der Industrie zugerechnet (siehe Kapitel 1.2). Eine Unterscheidung dieser Bereiche kann aber dem Anhang 1 entnommen werden.

##### **Trend**

Methan kommt als einem der Treibhausgase in den letzten Jahren verstärkte Bedeutung zu. Das Umweltbundesamt hat deshalb in diesem Bereich zusätzliche Anstrengungen unternommen, um die Qualität dieser Emissionsberechnungen zu verbessern, bzw. die Unsicherheiten zu verringern. In diesem Zusammenhang kam es dabei im letzten Jahr zu

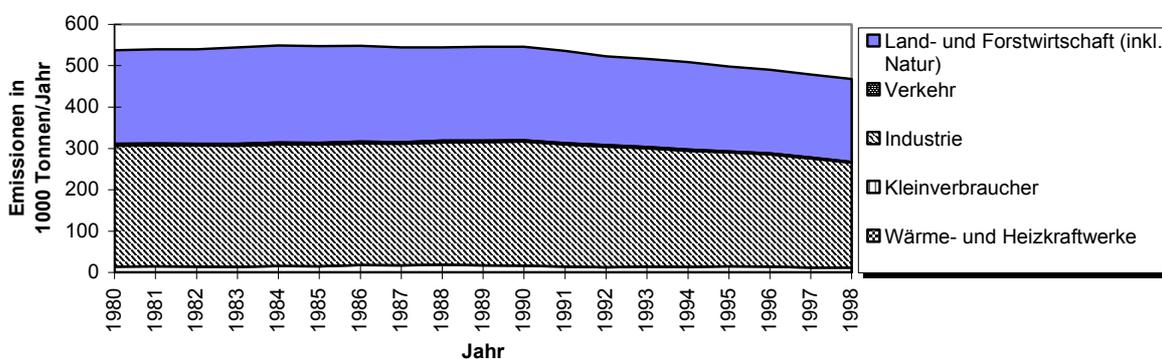
- einer Neubewertung der Emissionen von Rindern,
- einer Neuerhebung aller natürlicher Emissionsquellen (insbesondere der Wälder und Waldböden),
- einer Neuerhebung der Emissionen aus Deponien.

Diese Aktualisierung führte zu einer deutlichen Minderung der Gesamtemissionen. Eine qualitative Änderung im Trendverlauf ist durch die Änderungen in den Berechnungen hingegen nicht eingetreten. So wie bisher sind die CH<sub>4</sub>-Emissionen durch einen leichten Anstieg bis Mitte der 80er Jahre sowie durch einen geringen Abfall in den 90er Jahren gekennzeichnet.

Hauptverantwortlich für Änderungen gegenüber dem Vorgängerbericht war die Neubewertung der für die Landwirtschaft entscheidenden Emissionen der Rinder. Die Annahme des Vorgängerberichtes, dass sogenannte Mutter- und Ammenkühe in ihrem Emissionsverhalten den Milchkühen gleichgesetzt werden können, wurde dabei aufgegeben, was zu der Verringerung maßgeblich beitrug.

Zu eine Änderung kam es auch im Bereich der Waldböden. Neuere Studien konnten Waldböden auch als Senke für CH<sub>4</sub>-Emissionen identifizieren. Auch diese Ergebnisse wurden entsprechend eingearbeitet.

Im Bereich der Emissionen aus Deponien kam es ebenfalls durch Ergebnisse neuerer Studien zu einer Neubewertung (48).

Abb. 7: Luftschadstoffemissionen an CH<sub>4</sub> in Österreich 1980 - 1998

Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 1999, Umweltbundesamt

### Ursachen

Wenige Maßnahmen wurden bisher getroffen, um die Emissionen von CH<sub>4</sub> zu verringern. Im Bereich der Landwirtschaft kam es zwar zu zahlreichen Umstellungen bei der Viehhaltung, ein vollständiger Einfluss auf die CH<sub>4</sub>-Emissionen der Gesamtinventur für Österreich konnte bisher allerdings mangels einschlägiger Untersuchungen noch nicht nachgewiesen werden.

Der sehr leicht sinkende Trend der Emissionen dieses Sektors hat seine Ursache in einem leicht steigenden Erfassungsgrad bei den Deponieabgasen.

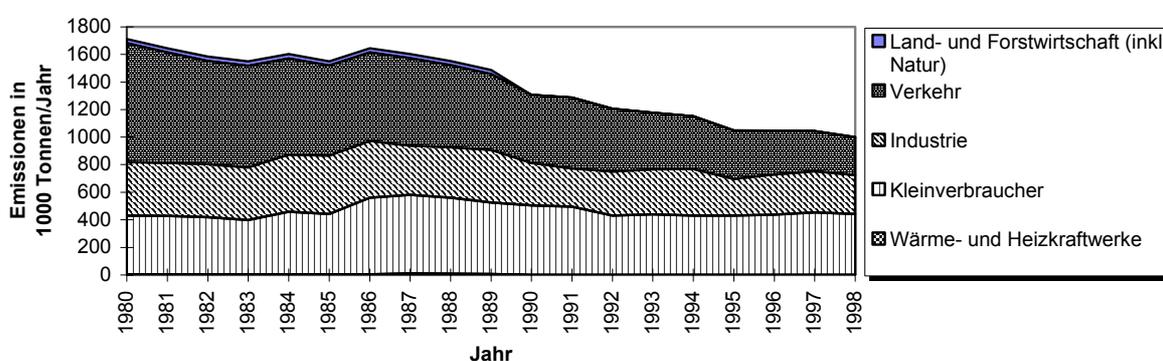
### 4.1.5 Kohlenmonoxid (CO)

CO entsteht hauptsächlich bei der *unvollständigen* Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen. Hauptquellen sind die Kleinverbraucher, Verkehr und Industrie.

#### Trend

Der Gesamttrend zeigt eine relativ stetige Verringerung der CO-Emissionen zwischen 1980 und 1995. Besonders stark ist der Rückgang im Bereich des Verkehrs, während es im Bereich der Kleinverbraucher eine leichte Zunahme zu verzeichnen gibt. Die CO-Emissionen stagnieren derzeit bei ca. einer Million Tonnen jährlich.

Abb. 8: Luftschadstoffemissionen an CO in Österreich 1980 - 1998



Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 1999, Umweltbundesamt

#### Ursachen

Optimierte Verbrennung und die Einführung des Katalysators haben zur Reduktion der CO-Emissionen durch den Verkehr beigetragen.

Die CO-Emissionen des Industriebereichs werden durch die stagnierenden Emissionen der Eisen- und Stahlindustrie dominiert (etwa ein Viertel der österreichischen Gesamtemissionen fallen hier an).

#### 4.1.6 Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)

CO<sub>2</sub> entsteht überwiegend durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe wie Erdgas, Erdöl und Kohle.

Zu beachten ist, dass für diese Trendbetrachtung CO<sub>2</sub>-Senken nicht berücksichtigt werden. Diese können dem Anhang entnommen werden. Senken entstehen durch die Aufnahme von CO<sub>2</sub> durch den österreichischen Waldbestand. Dieser hat laut der österreichischen Forstinventur im betrachteten Zeitraum zwar zugenommen, zeigt aber fallende Tendenz seit 1990.

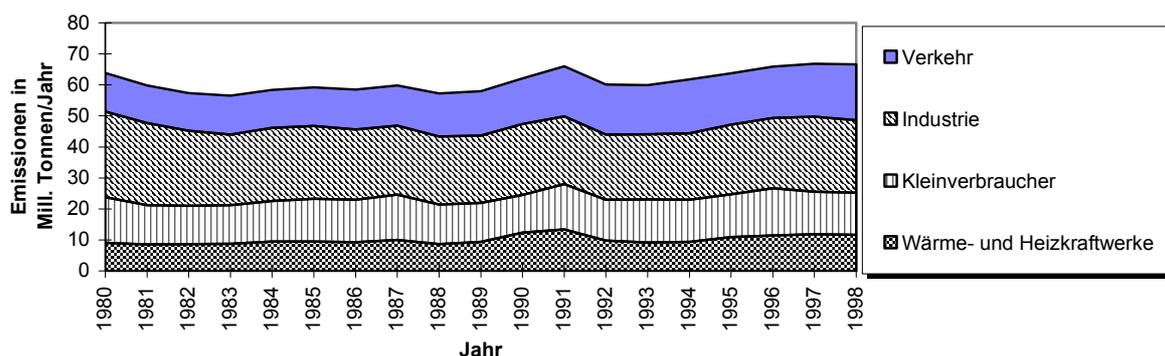
Zu beachten ist außerdem, dass aufgrund der Bestimmungen des Berichtsformats die CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Verbrennung von biogenen Brenn- und Treibstoffen nicht der Gesamtemission zugerechnet werden, weil Biomasse als kohlenstoffneutraler Energieträger angesehen wird.

##### Trend

Im betrachteten Zeitraum von 1980 bis 1998 liegt kein einheitlicher Trendverlauf der Gesamtemissionen vor. Seit 1993 steigen die CO<sub>2</sub>-Emissionen allerdings stetig bis 1997 an. Im letzten Jahr konnte der Ausstoß leicht verringert werden.

CO<sub>2</sub>-Emissionen sind in einem sehr starkem Ausmaß von dem Brennstoffeinsatz abhängig. Überarbeitete Brennstoffenergiebilanzen der letzten drei Jahre wirken sich daher auch stark auf die entsprechenden CO<sub>2</sub>-Emissionen aus. Dies gilt insbesondere für das letzte Jahr des Vorgängerberichtes 1997 (BE-146). Die damals nur vorläufig vorliegenden Zahlen, die eine starke Zunahme für das Jahr 1997 verzeichneten, konnten mit dem vorliegenden Bericht deutlich revidiert werden. Allerdings verbleibt die stetige Zunahme 1993-97, wenn auch verflacht, bestehen

Abb. 9: Luftschadstoffemissionen an CO<sub>2</sub>(\*) in Österreich 1980 - 1998



(\*) ohne CO<sub>2</sub>-Senken

Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 1999, Umweltbundesamt

##### Ursachen

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen entwickeln sich in etwa parallel zu dem Einsatz fossiler Energie in Österreich. Die Verbrennung von Biomasse und Abfall trägt nicht zu CO<sub>2</sub>-Emissionen (im Sinne der UNFCCC) bei, da die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus nachwachsenden Rohstoffen nicht den Gesamtemissionen zugerechnet werden. Sie gelten als "CO<sub>2</sub>-neutral", da diese Emissionen direkt bei der Waldbestandsänderung eingerechnet werden.

#### 4.1.7 Distickstoffoxid (N<sub>2</sub>O)

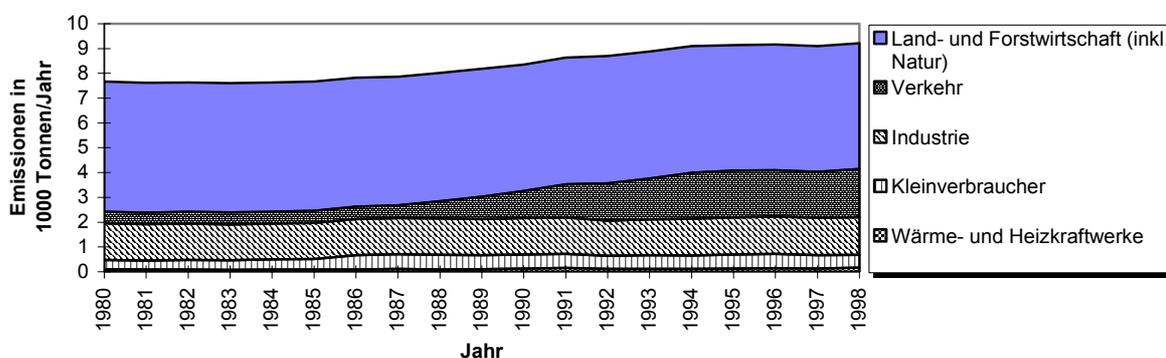
N<sub>2</sub>O entsteht vorwiegend durch Abbauprozesse von stickstoffhaltigem Dünger, sowie als Reaktionsprodukt beim KFZ-Katalysator. Hauptverursacher sind somit die Land- und Forstwirtschaft und der Verkehr.

##### Trend

Die N<sub>2</sub>O-Emissionen haben seit Ende der 80er Jahre begonnen, signifikant zuzunehmen. Dafür sind vor allem erhöhte Emissionen im Bereich des Verkehrs verantwortlich.

Zu Änderungen gegenüber dem Vorgängerbericht (BE-146) kam es in erster Linie durch die Neuberechnung der Emissionen des Bereichs Natur, hier wurden aufgrund einer neuen Studie (38) geringere Emissionen als bisher angenommen.

Abb. 10: Luftschadstoffemissionen an N<sub>2</sub>O in Österreich 1980 - 1998



Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 1999, Umweltbundesamt

##### Ursachen

Die schrittweise Einführung des Katalysators bei Kraftfahrzeugen hat zu einer Zunahme der N<sub>2</sub>O-Emissionen ab 1988 geführt. N<sub>2</sub>O entsteht bei Gebrauch von Fahrzeugen mit Katalysatoren als ein Nebenprodukt der Reduktion von NO<sub>x</sub>.

Der weitaus größere Teil der Emissionen aus gedüngten landwirtschaftlichen Flächen ist demgegenüber annähernd konstant geblieben. Der Grund hierfür liegt in dem nur wenig gestiegenen Verbrauch an stickstoffhaltigen Düngemitteln in der betrachteten Periode.

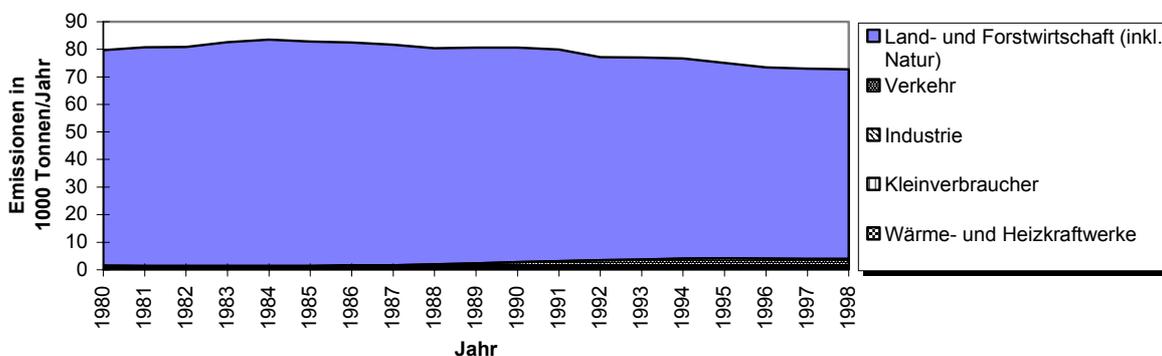
### 4.1.8 Ammoniak (NH<sub>3</sub>)

NH<sub>3</sub> entsteht hauptsächlich durch den Abbau von Gülle sowie als Reaktionsprodukt des KFZ-Katalysators. Hauptquellen sind somit wie bei N<sub>2</sub>O die Land- und Forstwirtschaft sowie der Verkehr.

#### Trend

Die NH<sub>3</sub>-Emissionen zwischen 1980 und 1998 sind relativ gleichbleibend, bei leicht sinkender Tendenz. Der Trendverlauf wird von der Land- und Forstwirtschaft (inkl. Natur) dominiert. Leicht beeinflusst wird der Trend ab 1989 durch die NH<sub>3</sub>-Emissionen des Verkehrs als Nebeneffekt der Einführung des KFZ-Katalysators.

Abb. 11: Luftschadstoffemissionen an NH<sub>3</sub> in Österreich 1980 - 1998



Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 1999, Umweltbundesamt

#### Ursachen

Die Art des Güllemanagements in der Landwirtschaft hat einen entscheidenden Einfluss auf die entstehenden NH<sub>3</sub>-Emissionen. In der Emissionsbilanz werden bisher nur Änderungen der Menge der anfallenden Gülle berücksichtigt, nicht jedoch solche im Güllemanagement, weshalb die Emissionen der Land- und Forstwirtschaft als annähernd konstant ausgewiesen werden.

Stark verändert haben sich hingegen die Emissionen im für die Gesamtemissionen weniger bedeutsamen Bereich Verkehr. Im Sektor Verkehr hat die Einführung des Katalysators bei benzinbetriebenen Fahrzeugen einen deutlichen Anstieg der NH<sub>3</sub>-Emissionen bewirkt.

#### UNECE/CLRTAP

Die Obergrenze für die anthropogene NH<sub>3</sub>-Emissionen wurde im Protokoll von Göteborg mit 66.000 Tonnen für das Jahr 2010 festgelegt. Um dies zu erreichen, müssten die Emissionen ab 1998 noch um rund 6.000 Tonnen reduziert werden.

### 4.1.9 Kadmium (Cd)

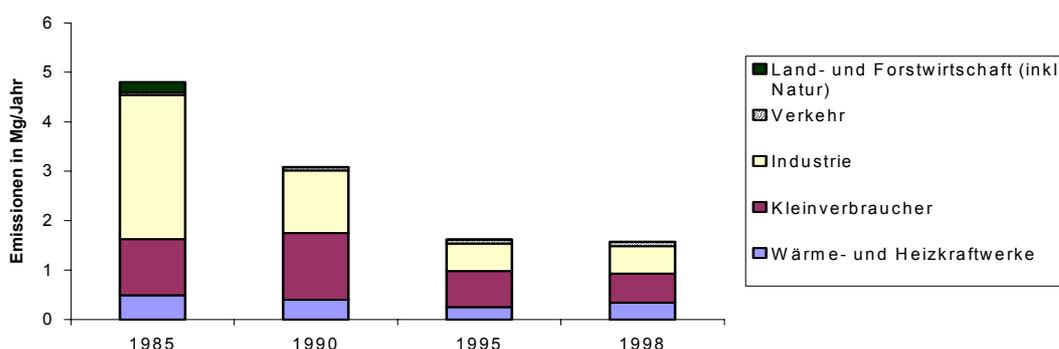
In nennenswerten Mengen ist Kadmium in erster Linie in den Brennstoffen Holz und Heizöl (insb. Heizöl Schwer) enthalten. Dieser Gehalt wird bei der Verbrennung im Bereich der Kleinverbraucher, Industrie und der Kraftwerke als Luftschadstoff freigesetzt.

#### Trend

Die Emissionen sind im Berichtszeitraum zwischen 1985 und 1995 um nahezu zwei Drittel gesunken. Deutlichsten Anteil an diesem Rückgang haben dabei die Industrie und die Kleinverbraucher.

Während die Emissionen der Schwermetalle von 1990-95 im Rahmen einer Studie erhoben wurden (42), handelt es sich bei den Werten für 1998 um eine Fortschreibung der Emissionsfaktoren von 1995 mit aktualisierten Aktivitäten. Trendbetrachtungen ab 1995 können daher nur bedingt angestellt werden.

Abb. 12: Luftschadstoffemissionen an Cd in Österreich 1985, 1990, 1995 und 1998



Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 1999, Umweltbundesamt

#### Ursachen

Kadmium wird in Österreich zum Großteil durch Verbrennung emittiert, wobei wiederum die Kleinverbraucher den Hauptbeitrag zu diesem pyrogenen Anteil liefern. Die deutliche Reduktion der Kadmiumemissionen von 1985 bis 1998 ist vor allem auf die Reduktion in den Sektoren Abfallverbrennung, Verbrennung – Industrie, Prozesse – Industrie und Verbrennung – Kleinverbraucher zurückzuführen.

Als Hauptfaktoren für diese Reduktion der Emissionen wären der Rückgang des Verbrauchs an Heizöl "Schwer" und verbesserte Staubabscheidung bei Verbrennungsanlagen, in der Eisen- & Stahlerzeugung und bei Müllverbrennungsanlagen zu nennen.

Wesentliche Kadmium Quellen sind:

- Verbrennung von Heizöl
- Verbrennung von Brennholz in Kleinf Feuerungsanlagen
- Eisen- und Stahlerzeugung
- Verbrennung von Koks und Kohle
- Reifenantrieb LKW
- Zementerzeugung

#### 4.1.10 Quecksilber (Hg)

Hg entsteht hauptsächlich durch Verbrennung. Hauptemittenten in Österreich sind die Industrie und die Kleinverbraucher.

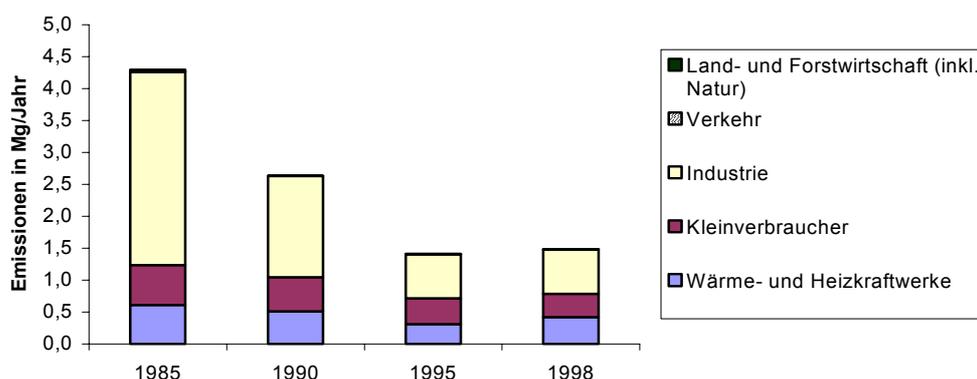
Zu beachten ist hierbei, dass alle Abfallverbrennungsanlagen (also auch die kommunalen) dem Bereich der Industrie zugeordnet wurden. Für eine sperate Unterscheidung der Abfallbehandlung wird auf den Anhang 1 (SNAP sector 9) verwiesen.

##### **Trend**

Quecksilber: Die Emissionen sanken zwischen 1985 und 1998 um ca. 65%. Zur Zeit stellen die Verbrennungsprozesse sowie die Chlor- und Stahlerzeugung die Hauptquellen der Emissionen dar.

Zu allgemeinen Anmerkungen einer Trendbetrachtung ab 1995 siehe Kapitel 4.1.9.

Abb. 13: Luftschadstoffemissionen an Hg in Österreich 1985, 1990, 1995 und 1998



Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 1999, Umweltbundesamt

##### **Ursachen**

Quecksilber wird in Österreich überwiegend durch Verbrennung und industrielle Produktion emittiert. Der signifikante Rückgang der Quecksilberemissionen seit 1985 ist vor allem auf die Reduktion in den Prozessen - Industrie zurückzuführen.

Auch hier sind der Rückgang des Verbrauchs an Heizöl "Schwer", emissionsmindernde Maßnahmen in der Eisen- & Stahlerzeugung und bei Müllverbrennungsanlagen, sowie in der Chlorerzeugung hauptverantwortlich für den starken Rückgang der Emissionen.

Wesentliche Quecksilber Quellen (Basis: 1995):

- Verbrennung von Koks und Kohle
- Verbrennung von Heizöl
- Verbrennung von Brennholz
- Chlorerzeugung
- Eisen- und Stahlerzeugung
- Abfallverbrennung – Hausmüll

#### 4.1.11 Blei (Pb)

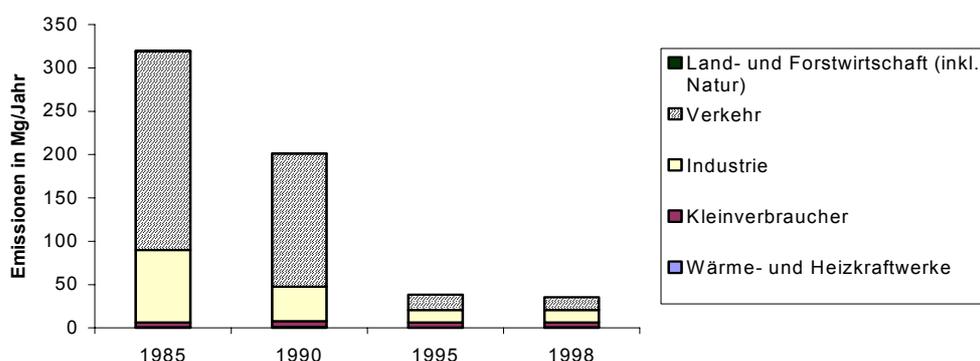
Blei gelangt in erster Linie durch Autoabgase und industrielle Produktion in die Luft. Hauptemittenten sind somit der Verkehr und die Industrie.

##### **Trend**

Auch bei den Bleiemissionen macht sich eine starke Verringerung zwischen 1985 und 1998 von ca. 89% bemerkbar. Dieser starke Rückgang ist hauptsächlich auf das Verbot des Einsatzes von verbleitem Benzin, aber auch auf eine verbesserte Abluftreinigung bei der Eisen- & Stahlerzeugung und der Abfallverbrennung zurückzuführen. Zur Zeit stellen der Verkehr, Stahl-, Glaserzeugung und die Verbrennungsprozesse die Hauptquellen der Emissionen dar.

Zu allgemeinen Anmerkungen einer Trendbetrachtung ab 1995 siehe Kapitel 4.1.9.

Abb. 14: Luftschadstoffemissionen an Pb in Österreich 1985, 1990, 1995 und 1998



Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 1999, Umweltbundesamt

##### **Ursachen**

Bei Blei kam es durch die Umstellung auf bleiarmeres Benzin erwartungsgemäß zu einer starken Abnahme. Im Jahr 1985 war der Verkehr mit einem Anteil von 72% der Hauptemittent der Bleiemissionen. Dieser Anteil sank, durch eine Reduktion in diesem Sektor um 214 Tonnen, bis zum Jahr 1998 auf ca. 42% ab.

Die verbesserte Abluftreinigung bei der Eisen- & Stahlerzeugung sowie bei der Abfallverbrennung sind für den Rückgang der Emissionen bei den Industrieprozessen und der Abfallbehandlung verantwortlich.

Wesentliche Blei-Quellen sind:

- Benzinbetriebene PKW
- Eisen- und Stahlerzeugung
- Verbrennung von Brennholz
- Glaserzeugung
- Verbrennung von Koks und Kohle
- Verbrennung von Heizöl

#### 4.1.12 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)

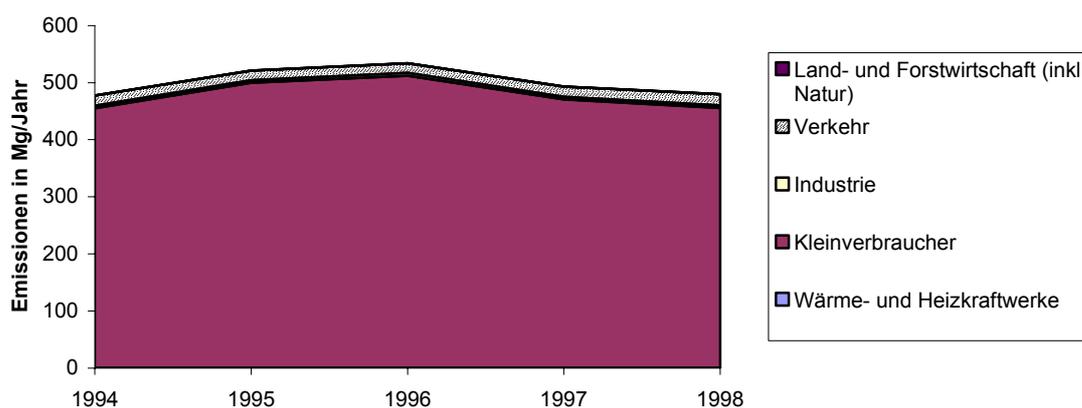
Die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe sind eine Substanzgruppe von über 100 Einzelverbindungen unterschiedlicher Flüchtigkeit, die in erster Linie als Produkte unvollständiger Verbrennung entstehen und somit in den Abgasen von Feuerungsanlagen und Verbrennungsmotoren enthalten sind.

##### **Trend**

Die österreichischen PAH-Emissionen waren in den letzten Jahren etwa gleichbleibend. 90% der Emissionen entstehen in Kleinf Feuerungsanlagen, hier wiederum ist die Holzfeuerung hauptverantwortlich für den Ausstoß von PAH.

Nur sehr wenige Studien in Österreich geben Auskunft über die zeitliche Entwicklung der PAH-Emissionen. Die hier vorgestellten Ergebnisse stützen sich daher im Wesentlichen auf Trendfortschreibungen mit Hilfe aktualisierter Emissionsfaktoren. Dies ist bei der Interpretation der Daten zu berücksichtigen.

Abb. 15: Luftschadstoffemissionen an PAH in Österreich 1994 – 1998



Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 1999, Umweltbundesamt

##### **Ursachen**

Die Emissionen werden einerseits durch die Menge des eingesetzten Brennholzes und andererseits durch die Verbrennungstechnologie bestimmt. Ein verstärkter Einsatz moderner Anlagen mit geringen spezifischen Emissionen würde eine deutliche Verringerung des PAH-Ausstoßes bewirken.

### 4.1.13 Dioxine

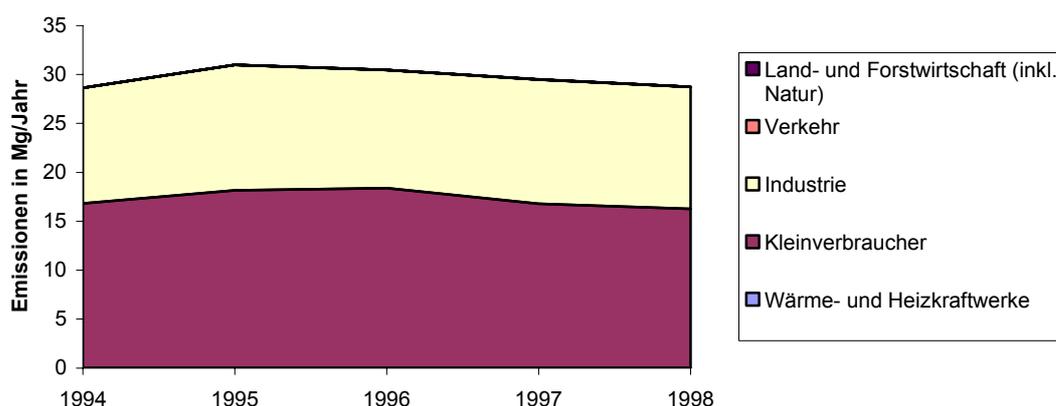
Dioxine entstehen als Nebenprodukte bei einer Vielzahl von industriellen Prozessen und Verbrennungsvorgängen. Hauptemittenten in Österreich sind die eisenerzeugende Industrie und der private Hausbrand.

#### Trend

Die Dioxinemissionen in Österreich haben sich seit 1994 kaum verändert, wobei sich jedoch in den letzten Jahren ein leichter Rückgang abzeichnet. Die Emissionen entstehen etwa zur Hälfte durch Verbrennung in der Industrie, die andere Hälfte wird größtenteils durch Kleinfeuerungsanlagen verursacht.

Auch bei Dioxin (wie bei PAH) geben nur wenige Studien in Österreich Auskunft über die zeitliche Entwicklung der Emissionen. Die hier vorgestellten Ergebnisse stützen sich daher im Wesentlichen auf Trendfortschreibungen mit Hilfe aktualisierter Emissionsfaktoren. Dies ist bei der Interpretation der Daten zu berücksichtigen.

Abb. 16: Luftschadstoffemissionen an Dioxine in Österreich 1994 – 1998



Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 1999, Umweltbundesamt

#### Ursachen

Hauptgrund für die Reduktion der Emissionen in den letzten Jahren ist der Erlaß der Luftreinhalteverordnung, welche die Dioxinemissionen bei der Abfallverbrennung sowie bei Dampfkesselanlagen beschränkt.



## 4.2 Verursachertrends

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die Hauptverursacher und deren Anteil an den gesamten Emissionen der betrachteten Schadstoffe. Außerdem wird auf die Veränderung in den Jahren 1980 bis 1998 eingegangen.

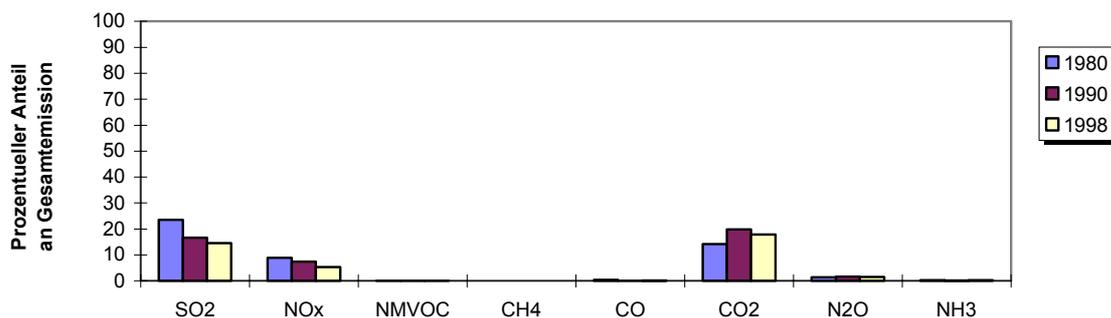
### 4.2.1 Wärme- und Heizkraftwerke

Diese Gruppe umfasst kalorische Kraftwerke zur Strom- und Wärmeerzeugung.

#### Hauptschadstoffe und Trend

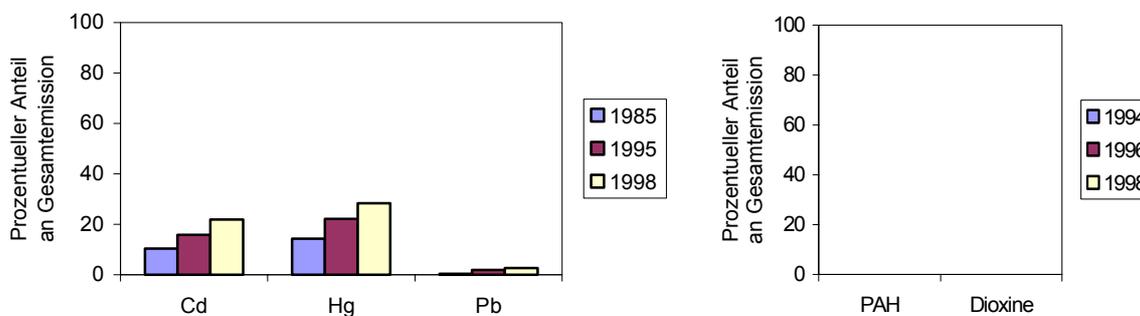
Österreichs Wärme- und Heizkraftwerke tragen vor allem zu den Emissionen von SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und CO<sub>2</sub> bei und darüber hinaus auch zu den Schwermetallemissionen von Cd und Hg. Von 1980 bis 1998 nehmen dabei die Anteile an der Gesamtemission von SO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> ab, während jene von CO<sub>2</sub> im Vergleich 1980 – 1990 zugenommen haben. Die Anteile an Cd und Hg nehmen zu und liegen derzeit bereits über 20%.

Abb. 17: Anteilsvergleich an den Gesamtemissionen 1980, 1990 und 1998



Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 1999, Umweltbundesamt

Abb. 17a: Anteilsvergleich an den Gesamtemissionen (Schwermetalle und POPs)



Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 1999, Umweltbundesamt

### **Ursachen**

Im Vergleich mit anderen Staaten führt der relativ hohe Anteil an Wasserkraft und Biomasse bei der Energieerzeugung zu einem relativ niederen CO<sub>2</sub>-Anteil an den Gesamtemissionen. Trotzdem führte die stete Zunahme des Stromverbrauchs auch in Österreich zu steigenden CO<sub>2</sub>-Anteilen der Wärme- und Heizkraftwerke.

Der Rückgang des Anteils bei den Schadstoffen SO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> kann dadurch begründet werden, dass hier Maßnahmen zur Luftreinhaltung gegriffen haben. Die deutliche Reduktion der SO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emissionen von 1980 auf 1997 ist zum Großteil dem derzeit geltenden *Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen*<sup>17</sup> und seinem Vorläufer (dem *Dampfkesselsemissionsgesetz*) zuzuschreiben. Dieses Gesetz führte im Bereich von Dampfkesselanlagen zum vermehrten Einsatz von Entschwefelungs- und Entstickungsanlagen sowie zu Brennstoffumstellungen auf schwefelärmere Brennstoffe (z.B. Erdgas) (26), (27).

Diese Umstellungen bewirkten, dass dem Energiesektor für die Gesamtemissionen Österreichs bezüglich SO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> eine verringerte Bedeutung zukommt. Bezüglich den Emissionen von NMVOC, CH<sub>4</sub>, CO, N<sub>2</sub>O und NH<sub>3</sub> ist der Beitrag des Energiesektors stets von untergeordneter Rolle gewesen.

Die Emissionen an den Schwermetallen Cd und Hg werden durch den Gehalt der Brennstoffe Kohle und/oder Erdöl an diesen Schadstoffen bestimmt, der Anteil der Wärme- und Heizkraftwerke an den Emissionen dieser Schadstoffe ist im Zeitraum 1985 bis 1998 deutlich gestiegen.

---

<sup>17</sup> Bundesgesetz vom 23. Juni 1988 zur Begrenzung der von Dampfkesselanlagen ausgehenden Luftverunreinigungen, BGBl. Nr. 380/1988 idF: BGBl. I Nr. 115/1997

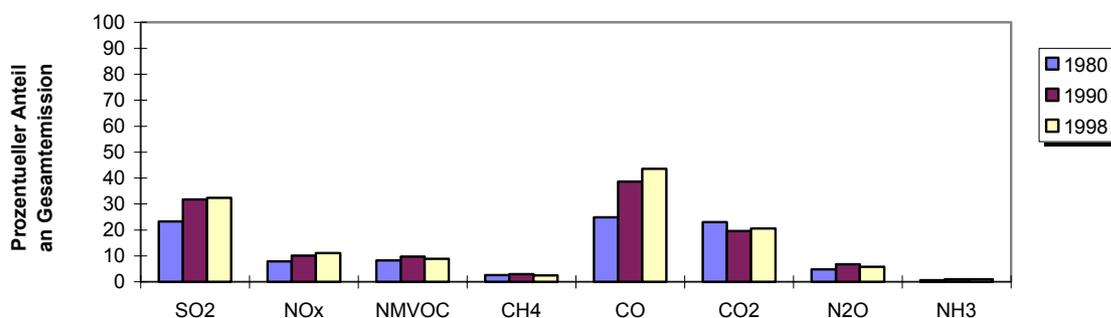
## 4.2.2 Kleinverbraucher

Die Gruppe der Kleinverbraucher umfasst Emissionen aus der Verbrennung in Haushalten, des Kleingewerbes sowie der öffentlichen Gebäude (z.B. Schulen). Feuerungsanlagen in der Land- und Forstwirtschaft werden ebenfalls dieser Gruppe zugerechnet.

### Hauptschadstoffe und Trend

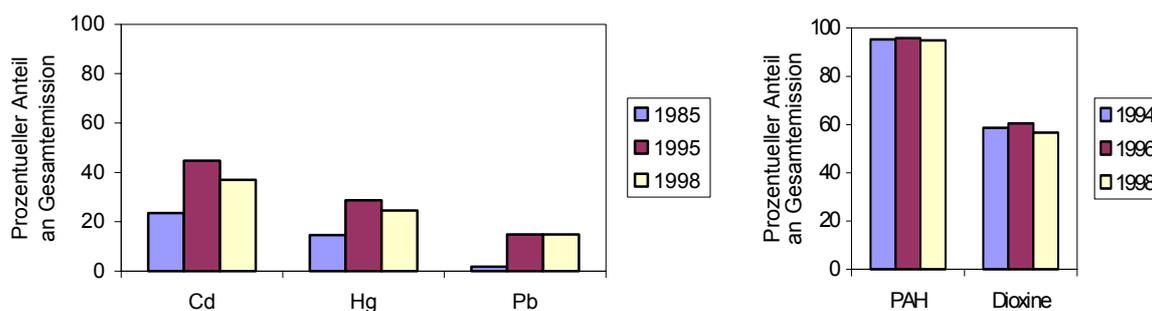
Kleinverbraucher haben einen relativ großen Anteil an den Schadstoffen CO, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und NMVOC. Darüber hinaus sind sie hauptverantwortlich für die Emissionen an PAH und Dioxin und tragen deutlich zu den Cd, Hg und Pb Emissionen bei. Die Anteile zeigen dabei in der Tendenz ein stagnierendes bis leicht zunehmendes Verhalten.

Abb. 18: Anteilsvergleich an den Gesamtemissionen 1980, 1990 und 1998



Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 1999, Umweltbundesamt

Abb. 18a: Anteilsvergleich an den Gesamtemissionen (Schwermetalle und POPs)



Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 1999, Umweltbundesamt

### Ursachen

Österreich hat im Bereich der Haushalte einen international gesehen relativ hohen Anteil an Holzfeuerungen. Dies ist zwar günstig im Hinblick auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz, eine teilweise noch bestehende veraltete Biomasetechnologie trägt aber andererseits dazu bei, dass die Anteile der Emissionen an NMVOC, CO, Cd, Hg, PAH und Dioxin relativ hoch liegen.

Auch der Anteil der SO<sub>2</sub>-Emissionen der Haushalte an den Gesamtemissionen steigt an. Dies allerdings hauptsächlich deswegen, weil die SO<sub>2</sub>-Gesamtemissionen noch stärker als jene der Haushalte zurückgegangen sind (Absolutangaben: siehe Anhang).

### 4.2.3 Industrie

Die Gruppe der Industrie fasst sehr unterschiedliche Verursacher von Luftschadstoffen zusammen. So zählt hierzu etwa die Schwerindustrie (Eisen- und Stahlindustrie), die chemische Industrie aber auch Emissionen der Raffinerie und der Brennstoffförderung und Verteilungskette. Aus Gründen der Konsistenz mit Daten der Europäischen Umweltagentur (34) wurden auch die Lösemittlemissionen in diese Gruppe mitaufgenommen. Die Lösemittlemissionen werden aber bei den NMVOC-Emissionen gesondert besprochen, da sie praktisch außer NMVOC keine anderen Emissionen verursachen.

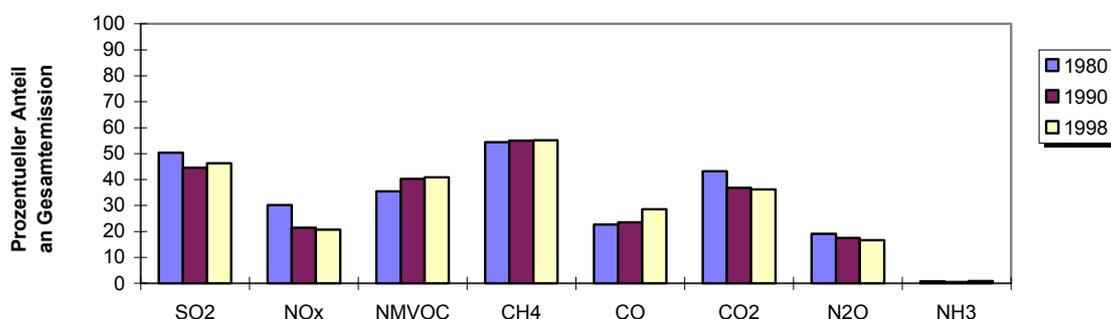
Aus dem gleichen Grund werden auch die Emissionen von Abfallbehandlung und Deponien der Industrie zugerechnet. Diese verursachen praktisch nur CH<sub>4</sub>-Emissionen und werden daher in der Besprechung gesondert ausgewiesen.

Die Unterscheidung der verschiedenen Bereiche der Industrie kann im Detail dem Anhang entnommen werden.

#### Hauptschadstoffe und Trend

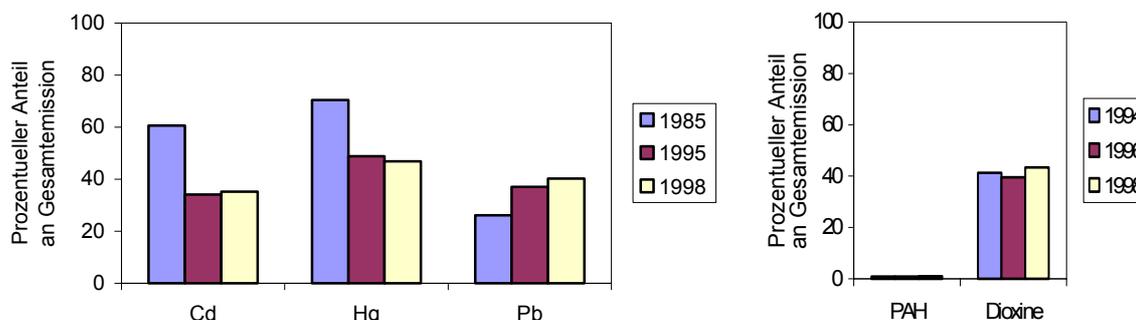
Die Industrie verursacht einen großen Anteil an den Gesamtemissionen einer Reihe von Schadstoffen. Es sind dies SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NMVOC, CH<sub>4</sub>, CO und NO<sub>x</sub>. Aber auch bei den Schwermetallen und bei Dioxin werden große Anteile vom Bereich Industrie verursacht. Der Trend der Anteile fällt unterschiedlich aus. Der Anteil an den Gesamtemissionen steigt eher bei NMVOC, CH<sub>4</sub>, CO und Pb während er bei NO<sub>x</sub>, N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, Cd und Hg eher fällt und bei den Dioxinen stagniert.

Abb. 19: Anteilsvergleich an den Gesamtemissionen 1980, 1990 und 1998



Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 1999, Umweltbundesamt

Abb. 19a: Anteilsvergleich an den Gesamtemissionen (Schwermetalle und POPs)



Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 1999, Umweltbundesamt

### **Ursachen**

Bei NMVOC werden die Emissionen fast ausschließlich durch die Verwendung von Lösemitteln verursacht, während die CH<sub>4</sub>-Emissionen der Gruppe Industrie fast ausschließlich durch biologische Abfallbehandlung und Deponierung verursacht werden. Dem Anhang zu diesem Bericht können die Emissionen dieser Bereiche in detaillierter Form entnommen werden.

Mit Beginn der 80er Jahre bis zu den 90ern wurden die SO<sub>2</sub>-Emissionen in der Industrie u.a. durch strenge Umweltauflagen stark gesenkt. In den letzten Jahren kam es allerdings in vielen Fällen nur noch zu einer Änderung des Brennstoffmixes. So substituierten viele Betriebe Kohle oder Öl durch Erdgas.

Der Anteil der NO<sub>x</sub>-Emissionen der Industrie an den Gesamtemissionen konnte demgegenüber stärker reduziert werden. Zu den wichtigsten NO<sub>x</sub>-Emittenten zählen die Zementindustrie, die Zellstoff- und Papierindustrie, die Eisen- und Stahlerzeugung sowie die Dünger- und Salpetersäureproduktion. Vor allem die Dünger- und Salpetersäureproduktion und die Eisen- und Stahlindustrie konnte ihre Emissionen durch Verfahrensumstellung reduzieren, während in den anderen Bereichen Stagnation oder leichte Zunahme zu verzeichnen war.

Der Anteil der Industrie an den Cd- und Hg-Emissionen ist rückläufig, der Pb-Anteil ist jedoch in den letzten Jahren gestiegen. Dies ist in erster Linie auf den starken Rückgang der Bleiemissionen im Verkehrsbereich im Vergleich zu den Gesamtemissionen zurückzuführen.

Hauptverantwortlich für den hohen Anteil der Industrie an den Cd-Emissionen sind die Prozesse in der Stahl-, sowie der Zement- und Glaserzeugung. Bei Hg ist der Anteil durch die Chlor-, Eisen- und Stahl- und Zementerzeugung bedingt, wobei vor allem die Zementindustrie ihre Hg-Emissionen stark verringern konnte.

Der Pb-Anteil der Industrie an den Gesamtemissionen wird hauptsächlich durch die Eisen- und Stahl sowie die Glaserzeugung verursacht, wobei die Emissionen durch die Eisen- und Stahlerzeugung signifikant gesunken sind. Der Anstieg des Anteils in den letzten Jahren ist durch den noch stärkeren Rückgang der Pb-Emissionen des Verkehrs erklärbar.

Schwermetallemissionen durch Verbrennung in der Industrie sind hauptsächlich durch den Einsatz biogener Brennstoffe und von Heizöl Schwer bedingt.

Der Anteil der Industrie an den Dioxinmissionen ist etwa gleichbleibend hoch, maßgebliche Quelle dafür ist die metallherstellende Industrie.

#### 4.2.4 Verkehr

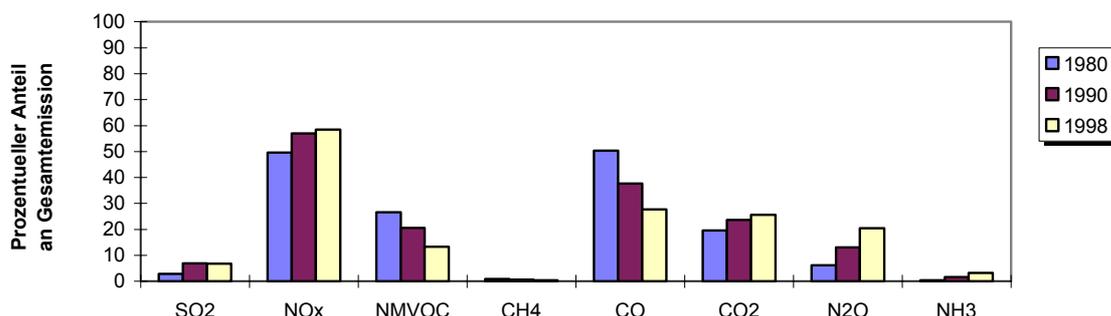
Die Gruppe des Verkehrs umfasst Emissionen einer größeren Gruppe von Verursachern, als man auf den ersten Blick annehmen würde. Neben den klassischen Verursachern des Straßenverkehrs kommen noch jene des Flugverkehrs, der Schifffahrt, der Eisenbahn, des Militärs sowie sonstiger "off-road" Fahrzeuge hinzu. Letztgenannte sind Bau- und Landwirtschaftsmaschinen (Traktoren).

Zu beachten ist eine Besonderheit des EMEP-Berichtsformates im Bereich des Flugverkehrs. Nicht alle Emissionen des internationalen Flugverkehrs über Österreich werden auch Österreich zugerechnet. Die Emissionen von internationalen Flügen über 1000 Meter Höhe fließen nicht in die Gesamtemissionen ein. Dies führt zu einer Nichtbeachtung eines beträchtlichen Teils der über dem Gebiet der Republik Österreich verursachten Emissionen durch Flugverkehr. Die Zuordnung der Emissionen des internationalen Flugverkehrs ist insbesondere Gegenstand von Verhandlungen im Rahmen der UNFCCC<sup>18</sup>.

#### Hauptschadstoffe und Trend

Der Verkehr ist für einen sehr wesentlichen Anteil an den Schadstoffen NO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, NMVOC und Pb verantwortlich. Der Anteil an den Gesamtemissionen geht dabei bei CO, Pb und NMVOC zurück, während er bei N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub> und NH<sub>3</sub> steigt.

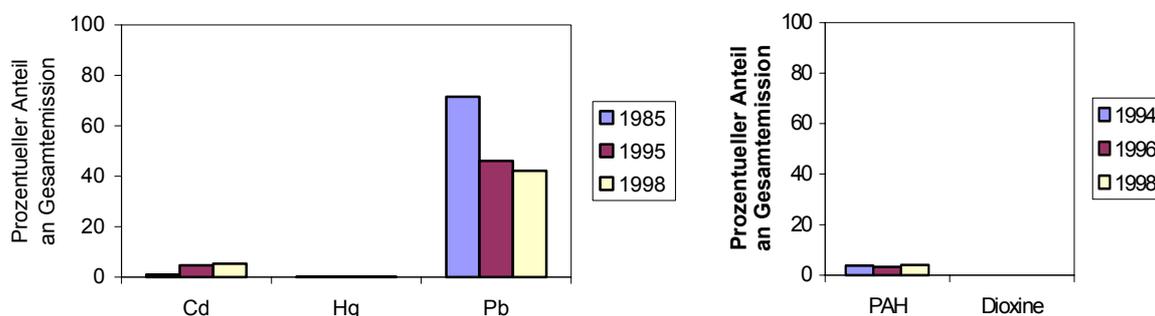
Abb. 20: Anteilsvergleich an den Gesamtemissionen 1980, 1990 und 1998



Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 1999, Umweltbundesamt

<sup>18</sup> Die UNFCCC berücksichtigt zur Zeit in ihrer Inventur nur nationalen Flugverkehr (d.h. Flüge mit Start- und Landeflughafen in Österreich), während die UNECE nur zwischen Flügen über und unter 1000 Metern unterscheidet.

Abb. 20a: Anteilsvergleich an den Gesamtemissionen (Schwermetalle und POPs)



Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 1999, Umweltbundesamt

### Ursachen

Zwar hat es beim Straßenverkehr (dieser ist nur ein Teil des Sektors Verkehr) in den letzten Jahren in vielen Bereichen Verbesserungen gegeben: so von 1980 bis 1997 eine Reduktion der CO-Emissionen um mehr als zwei Drittel, die Minderung der NMVOC-Emissionen um fast zwei Drittel und durch die Absenkung des Schwefelgehalts in den Kraftstoffen auch eine Reduktion der Emission von SO<sub>2</sub> um ca. zwei Drittel. Diese Technologieverbesserungen spiegeln sich in deutlich gesunkenen Emissionsfaktoren wider.

Vor allem bei CO<sub>2</sub> zeigt jedoch der Sektor Straßenverkehr in Österreich von 1980 auf 1998 den am stärksten ansteigenden Trend<sup>19</sup> mit einer Zunahme von knapp einem Viertel. Hauptverantwortlich dafür ist das Anwachsen der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch PKW. Trotz sinkendem Flottenverbrauch der neuzugelassenen Fahrzeuge (33) steigen die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs bedingt durch Veränderungen im Lebensstil und verstärktes Bestreben nach individueller Mobilität, was sich in starken Steigerungen der insgesamt im Straßenverkehr zurückgelegten Personenkilometer niederschlägt (14).

Obwohl die Emissionen von NO<sub>x</sub> im PKW-Bereich durch die gesetzliche Verpflichtung des geregelten Katalysators gemindert werden konnten, verursacht der gesamte Sektor Verkehr inzwischen fast 60% der österreichweiten NO<sub>x</sub>-Emissionen. Ursachen dafür liegen im Anstieg bei den LKW und dem Off Road Verkehr (Baumaschinen, Traktoren,...) und das insgesamt erhöhte Verkehrsaufkommen.

Durch den im Vergleich mit anderen Staaten relativ hohen Anteil an Fahrzeugen mit Katalysator weist Österreich einen relativ hohen Anteil an N<sub>2</sub>O-Emissionen durch den Verkehr auf.

<sup>19</sup>Übertroffen würde dieser Anstieg allerdings vom internationalen Flugverkehr (von 0,4 auf 1,8 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> zwischen 1980 und 1998). Diese Emissionen werden aber entsprechend dem EMEP-Berichtsformat nicht in der Summe der nationalen Emissionen berücksichtigt.

#### 4.2.5 Land- und Forstwirtschaft (inkl. Natur)

Generell ist die vom EMEP-Berichtsformat geforderte Trennung von Emissionen der Land- und Forstwirtschaft von jenen der Natur sehr schwierig und umstritten. International diskutiert wurde in diesem Zusammenhang vor allem der Wald. Sind etwa die Emissionen von vom Menschen aufgeforsteten Gebieten 'natürliche' Emissionen oder sind sie der Land- und Forstwirtschaft zuzurechnen?

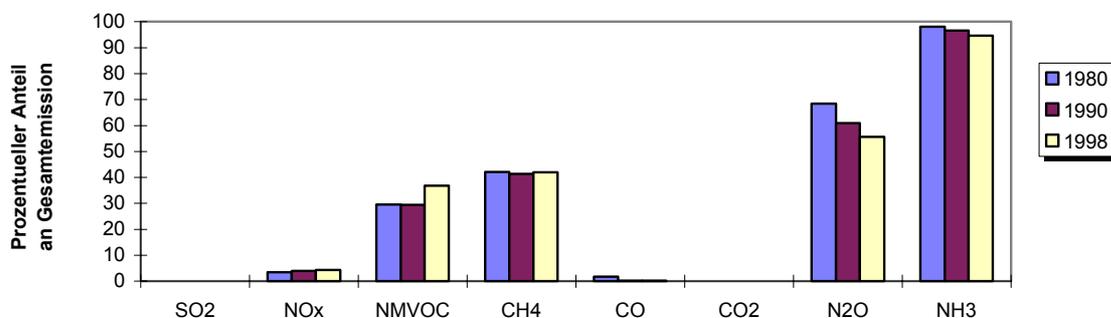
Dieses Kapitel präsentiert die Summe aus *Natur* und *Landwirtschaft*. Der Anhang gibt die Trennung dieser Bereiche wieder, wobei alle Emissionen von Wäldern in der Emissionsgruppe 11 (Other Sources and Sinks) berücksichtigt wurden (siehe Anhang). Auch der forstwirtschaftlich genutzte Wald wurde daher entsprechend den (geänderten) international geltenden Regeln diesem Bereich zugeordnet.

Eine Studie über die Emissionen aus den Natürlichen Quellen hat zu einer deutlichen Verbesserung einiger Emissionswerte im Vergleich zu früheren Berichten geführt. Vor allem die Emissionen aus Wäldern und die Senken durch Waldböden wurden dabei neu erhoben.

#### Hauptschadstoffe und Trend

Dem Bereich der Land- und Forstwirtschaft (inkl. Natur) ist der überwiegenden Anteil an den Emissionen von  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  und NMVOC zuzuschreiben. Eine steigende Tendenz des Anteils zeigt sich jedoch nur bei NMVOC. Ihr Anteil an Schwermetallen und POPs ist verschwindend gering.

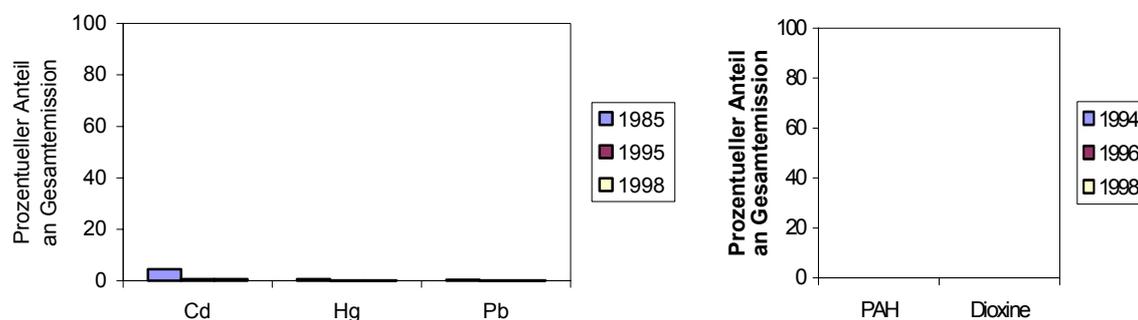
Abb. 21: Anteilsvergleich an den Gesamtemissionen\* 1980, 1990 und 1998



\*... ohne Berücksichtigung von  $\text{CO}_2$ -Senken

Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 1999, Umweltbundesamt

Abb. 21a: Anteilsvergleich an den Gesamtemissionen (Schwermetalle und POPs)



Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 1999, Umweltbundesamt

### Ursachen

NH<sub>3</sub> und CH<sub>4</sub> werden im wesentlichen durch die Tierhaltung verursacht, während N<sub>2</sub>O-Emissionen hauptsächlich durch gedüngte Flächen verursacht werden und NMVOC-Emissionen dieses Bereiches hauptsächlich im Wald entstehen.

Die landwirtschaftlichen Emissionen sind seit 1980 nahezu konstant geblieben. Veränderungen im Bereich der Landwirtschaft (neue Tierhaltungsmethoden, ökologische Landwirtschaft) haben sich somit als noch nicht emissionsrelevant gezeigt. Es ist diesbezüglich jedoch anzumerken, dass die berechneten Emissionen der Landwirtschaft - verglichen mit anderen Sektoren - mit den größten Unsicherheiten behaftet sind, da für diesen Bereich detaillierte neuere Studien fehlen. Dies ist insbesondere bei der Quantifizierung des Einflusses neuer Bewirtschaftungsweisen ('biologische Landwirtschaft') auf Emissionen von Luftschadstoffen der Fall.

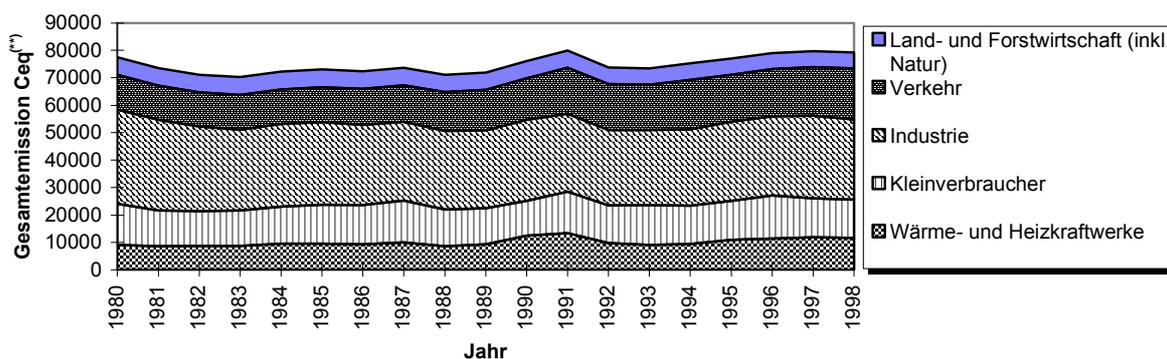
### 4.3 Umweltrends

Dieses Kapitel gibt eine andere Darstellungsform der Daten vorangegangener Kapitel wieder. Dabei werden die in diesem Bericht behandelten Schadstoffe entsprechend ihrer Beiträge zu Treibhauseffekt, Übersäuerung und Eutrophierung dargestellt. Auf eine generelle Darstellung des Treibhauseffekts und der Übersäuerung (Eutrophierung) wird hier verzichtet. Es wird auf die Literatur verwiesen, z.B. in (6).

#### 4.3.1 Treibhauseffekt (Klimaänderung)

Abb. 22 gibt die relativen Anteile der Emittentengruppen am Treibhauseffekt in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten wieder. Dabei wurden die Emissionen der Treibhausgase CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O entsprechend ihrem unterschiedlichen Treibhausgaspotential ("global warming potential - GWP") berücksichtigt. Ausgeklammert wurden Senken im Bereich der *Land- und Forstwirtschaft (inkl. Natur)*. Zur Interpretation der relativen Anteile der Emittentengruppen wird auf die Diskussion in Kapitel 4.1 und 4.2 verwiesen.

Abb. 22: Anteil der Emittentengruppen an der Gesamtemission von drei Treibhausgasen(\*) in Österreich 1980 - 1998



(\*) CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>-Senken bleiben unberücksichtigt [GWP: CO<sub>2</sub>=1, N<sub>2</sub>O=310, CH<sub>4</sub>=21]

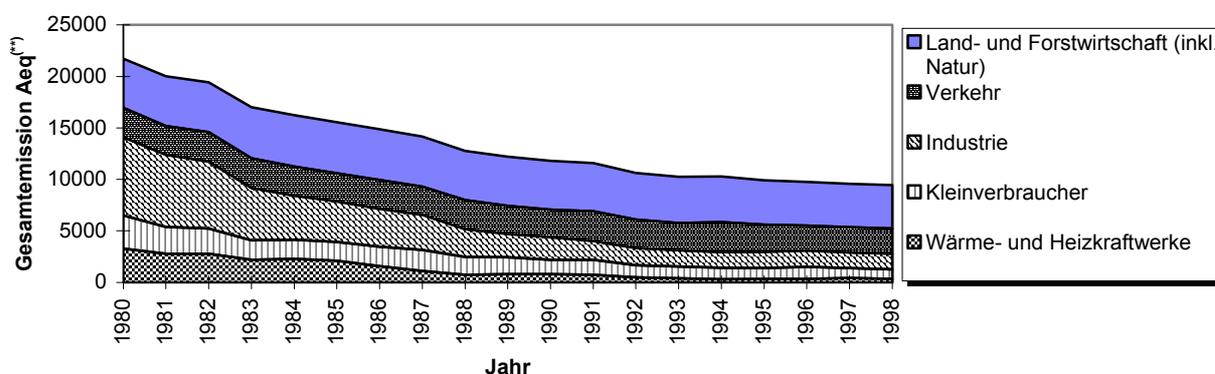
(\*\*) Ceq: Carbon dioxide equivalents, IPCC (19)

### 4.3.2 Übersäuerung und Eutrophierung

Abb. 23 gibt die relativen Anteile der Emittentengruppen an der Versauerung wieder. Dabei wurden die Emissionen von  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  und  $\text{NH}_3$  entsprechend ihrer Versauerungsäquivalente (Aeq) berücksichtigt.

Zu beachten ist, dass diese Graphik nur die in Österreich entstehenden Emissionen berücksichtigt. Der große Anteil von über die Grenze eingetragenen Schadstoffen wird nicht betrachtet. Zur Interpretation der relativen Anteile der Emittentengruppen wird auf die Diskussion in Kapitel 4.1 und 4.2 verwiesen.

Abb. 23: Anteil der Emittentengruppen an der Übersäuerung(\*) in Österreich 1980 - 1998



(\*) Berücksichtigung finden die Schadstoffe:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_3$

(\*\*) Aeq: Acid equivalents: proportional den Gewichtsprozent  $\text{H}^+$ -Ionen [ $\text{SO}_2$ : 0,0313,  $\text{NO}_x$ : 0,0217,  $\text{NH}_3$ : 0,0588]

## 5 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

UNECE/CLRTAP	United Nations Economic Commission for Europe, Convention on Long-range Transboundary Air Pollution
EMEP	Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change = Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change = Zwischenstaatlicher Ausschuss über Klimaänderungen
EEA	European Environment Agency = Europäische Umweltagentur = EUA
CORINAIR	Core Inventory Air,
SO <sub>2</sub>	Sulfur dioxide = Schwefeldioxid
NO <sub>x</sub>	Nitrogen oxides = NO + NO <sub>2</sub> given as NO <sub>2</sub> = Stickoxide
NMVOG	Non-methane volatile organic compounds = Kohlenwasserstoffe ohne Methan
CH <sub>4</sub>	Methane = Methan
CO	Carbon monoxide = Kohlenmonoxid
CO <sub>2</sub>	Carbon dioxide = Kohlendioxid
N <sub>2</sub> O	Dinitrogen monoxide = Distickstoffmonoxid = Lachgas
NH <sub>3</sub>	Ammonia = Ammoniak
Cd	Cadmium = Kadmium
Hg	Mercury = Quecksilber
Pb	Lead = Blei
HM	Heavy Metals = Schwermetalle
PAH	Polycyclic aromatic hydrocarbons = Polyzyklische aromat. KW
Dioxine	Dioxins = Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD)
POP	Persistent organic pollutants = Persistente organische Verb.

## LITERATURVERZEICHNIS

- 1 AHAMER, G.: Emissionsfaktoren zur Verwendung in Emissionskatastern (Literaturstudie im Auftrag des Amtes der Salzburger Landesregierung). Graz, 1989.
- 2 AHAMER, G.: Energie- und Emissionsbilanzierung für Österreichs Städte, Fallstudie für Graz; UBA-Monographien Band 84, M-084. Umweltbundesamt, Wien, 1997.
- 3 AHAMER, G.: Lösemittlemissionen, UBA-Info 6/96. Umweltbundesamt, Wien, 1996.
- 4 BECK, J., BERGE, E., LARSSSEN, S., MOUSSIOPOULOS, N. & PULLES, T. (1997): Air Pollution in Europe 1997, EEA Environmental Monograph No. 4.; Jørgensen, A. & KIELLAND, G. (Hrsg.). European Environment Agency, Denmark.
- 5 BUNDESAMT FÜR UMWELT, WALD UND LANDSCHAFT (1995): Vom Menschen verursachte Luftschadstoff-Emissionen in der Schweiz von 1900 bis 2010; Schriftenreihe Umwelt Nr. 256, Luft. Bern.
- 6 BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, JUGEND UND FAMILIE (1991): Zweiter Umweltkontrollbericht. Umweltbundesamt (Hrsg.), Wien.
- 7 BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, JUGEND UND FAMILIE (1993): Dritter Umweltkontrollbericht der Bundesministerin für Umwelt, Jugend und Familie an den Nationalrat. Umweltbundesamt (Hrsg.), Wien.
- 8 BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, JUGEND UND FAMILIE (1995): Nationaler Umweltplan (NUP) 1995. Wien.
- 9 BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, JUGEND UND FAMILIE (1996): Vierter Umweltkontrollbericht des Bundesministers für Umwelt an den Nationalrat. Umweltbundesamt (Hrsg.), Wien.
- 10 BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, JUGEND UND FAMILIE (August 1994): Nationaler Klimabericht der Österreichischen Bundesregierung. Wien.
- 11 BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, JUGEND UND FAMILIE (Juni 1997): Zweiter Nationaler Klimabericht der Österreichischen Bundesregierung. Wien.
- 12 BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, JUGEND UND FAMILIE (1999, in Vorb.): Fünfter Umweltkontrollbericht. Umweltbundesamt (Hrsg.), Wien.
- 13 BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, JUGEND UND FAMILIE: Erster Umweltkontrollbericht. Umweltbundesamt (Hrsg.), Wien.
- 14 BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, JUGEND UND FAMILIE: Umweltbilanz Verkehr – Österreich 1950-1996.
- 15 BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFTLICHE ANGELEGENHEITEN (1996): Energiebericht 1996 der Österreichischen Bundesregierung. Wien.
- 16 BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFTLICHE ANGELEGENHEITEN: Energiebericht 1986 der Österreichischen Bundesregierung. Wien.
- 17 BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFTLICHE ANGELEGENHEITEN: Energiebericht 1990 der Österreichischen Bundesregierung. Wien.
- 18 BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFTLICHE ANGELEGENHEITEN: Energiebericht 1993 der Österreichischen Bundesregierung. Wien.
- 19 EMEP TASK FORCE ON EMISSION INVENTORIES: Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook, 1996.
- 20 Erster Ozonbericht der Österreichischen Bundesregierung

- 21 INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE: IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 1995.
- 22 HACH, R.: Völkerrechtliche Pflichten zur Verminderung grenzüberschreitender Luftverschmutzung in Europa, Studien zum internationalen Wirtschaftsrecht und Atomenergierecht Band 86. Carl Heymanns Verlag, Köln, 1993
- 23 KÖNIG, G., RADUNSKY, K. & RITTER, M. (1997): Österreichische Luftschadstoff-Inventur 1994, UBA-Report R-139. Umweltbundesamt, Wien.
- 24 ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT (1997): Statistisches Jahrbuch für die Republik Österreich 1997. Wien.
- 25 PRÄSIDENTENKONFERENZ DER LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN ÖSTERREICHS (Mai 1997): Zahlen '96 aus Österreichs Land- und Forstwirtschaft. Wien.
- 26 RITTER, M., KÖNIG, G: Technologische Grundlagen für die Bewertung des Erfolges der nach dem Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen getroffenen Maßnahmen, BE-100. Umweltbundesamt, Wien.
- 27 RITTER, M.: Bestandsaufnahme und Meldung der Schadstoffemissionen von Großfeuerungsanlagen gemäß Großfeuerungsanlagen-Richtlinie (88/609/EWG), Umweltbundesamt, 1997.
- 28 RITTER, M.: Emissionstrends in Österreich, UBA-Info 1/96. Umweltbundesamt, Wien, 1996.
- 29 RITTER, M.: Information über Luftschadstoffemissionen - Dampfkesseldatenbank, UBA-Info 1/97. Umweltbundesamt, Wien, 1996.
- 30 RITTER, M., AHAMER G.: Luftschadstoff-Trends in Österreich 1980-1996, BE-108. Umweltbundesamt, Wien, 1998.
- 31 Zweiter Ozonbericht der Österreichischen Bundesregierung
- 32 KRATENA, K.: WIFO-Energiebilanzen Jahresbilanzen 1994 bis 1997, Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, August 1998.
- 33 EUROPEAN CONFERENCE OF MINISTERS OF TRANSPORT: CO<sub>2</sub> Emissions from Transport. Paris, 1997.
- 34 EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY: Air Pollution in Europe 1997. Kopenhagen, 1997.
- 35 RITTER, M., RABERGER B.: Luftschadstoff-Trends in Österreich 1980-1997, BE-146. Umweltbundesamt, Wien, 1999.
- 36 PRÄSIDENTENKONFERENZ DER LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN ÖSTERREICHS (Mai 1999): Zahlen '98 aus Österreichs Land- und Forstwirtschaft. Wien.
- 37 RITTER, M.; RABERGER, B.: Emissionen österreichischer Großfeuerungsanlagen 1990-1998, BE-164. Umweltbundesamt, Wien, 1999
- 38 WINIWARTER, W.; FISTER, G.: Emissionen aus dem Sektor „Natürliche Quellen“ (CORINAIR SNAP Code 11) in Österreich, 1997
- 39 SCHÖRNER, G.; SCHÖNSTEIN R.: Studie über die Luftschadstoffinventur für die SNAP Kategorie 06 „Lösungsmittel“ sowie Ergänzung zur Studie über die Luftschadstoffinventur
- 40 SCHÖRNER, G.; SCHÖNSTEIN R.: Studie über die Luftschadstoffinventur für die SNAP Kategorie 06 „Lösungsmittel“, Ergänzung Lösungsmittelbilanz 1998
- 41 ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT: Energiebilanzen Österreich 1993-1998 Erstversion
- 42 WINDSPERGER, A.; MAYR, B.; SCHMIDT-STEJSKAL, H.; ORTHOFER, R.; WINIWARTER, W.: Entwicklung der Schwermetallemissionen
- 43 WURST, F.; HÜBNER, C.: Erhebung des PCDD/F-Emissionspotentials für Österreich
- 44 SCHEIDL, K.: Österreichische Emissionsinventur für die Luftschadstoffe PAH

- 
- 45 AHAMER, G.; HANAUER, J.; WOLF, M.E.: Eine NAMEA (= National Accounts Matrix Including Emission Accounts) der Luftschadstoffe Österreichs 1994 (Endbericht an Eurostat von ÖSTAT und UBA), 1997
  - 46 Ritter, M.: Bestandsaufnahme der Emissionen an Treibhausgasen in Österreich von 1980 bis 1998, IB-618, Umweltbundesamt, Wien 1999.

## UBA-interne Studien:

- 47 WEISS, P.: interne UBA-Studie über die Emissionen aus Land use Change and Forestry
- 48 BURTSCHER, K.: In Österreich eingesetzte Verfahren zur Dioxinminderung (in Vorbereitung)
- 49 HÄUSLER, G.: Studie über die Emissionen aus Deponien in Österreich (IB in Vorbereitung)
- 50 RADUNSKY, K.: Energiebericht 2000 (in Vorbereitung)



## ANHANG: EMISSIONSBERICHTSPFLICHT UNECE99

UNECE Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen (BGBl. Nr. 158/1983); Emissionsberichtspflicht 1999

*UNECE Convention on Long Range Tranboundary Air Pollution (CLRTAP); emission reporting 1999*

Emission Inventory Table	
Country Code	AT
Reference	<b>Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 1999</b>
Base Inventory	Umweltbundesamt, OLI 1999
Format	EMEP, SNAP 97
Timeseries	1980-1998
Pollutants	SO <sub>2</sub> ,NO <sub>X</sub> ,NMVOC,CH <sub>4</sub> ,CO,CO <sub>2</sub> ,N <sub>2</sub> O,NH <sub>3</sub> ,Cd,Hg,Pb,PAH,Dioxins
Use of Inventory	UN / CLRTAP 1998
Compilation Date	1999-12-30
Published By	National Reference Center
First Publication	-
Received from	-
Date of Receipt	-

SO<sub>2</sub> emissions in Gg

SNAP97		1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1	COMBUSTION IN ENERGY AND TRANSFORMATION INDUSTRIES	90,30	75,11	74,37	55,30	56,97	50,20	37,21	25,20	15,40	16,60	15,19	15,22	7,30	6,54	4,29	4,88	5,18	7,10	4,97
2	NON-INDUSTRIAL COMBUSTION PLANTS	89,68	70,79	66,53	48,83	46,41	45,33	44,28	47,87	39,30	36,97	28,91	29,24	22,71	21,21	21,26	18,21	21,16	15,82	14,76
3	COMBUSTION IN MANUFACTURING INDUSTRY	139,82	127,53	117,56	78,58	57,37	50,36	47,75	44,09	33,36	23,69	25,14	17,25	12,43	10,75	8,91	11,48	10,44	8,87	9,20
4	PRODUCTION PROCESSES	51,17	48,29	45,38	42,38	38,87	36,12	33,93	29,11	19,71	17,04	13,38	12,07	11,44	12,30	12,43	12,00	13,46	13,69	13,35
5	EXTRACTION AND DISTRIBUTION OF FOSSIL FUELS AND GEOTHERMAL ENERGY	2,56	1,89	1,75	1,59	1,67	1,53	1,46	1,52	1,65	1,73	2,00	1,30	2,00	2,10	1,28	1,53	1,20	0,07	0,07
6	SOLVENT AND OTHER PRODUCT USE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	ROAD TRANSPORT	7,96	7,58	7,81	7,84	7,37	4,42	4,72	3,53	4,08	4,39	4,76	5,39	5,67	5,97	6,66	6,64	2,50	2,67	2,88
8	OTHER MOBILE SOURCES AND MACHINERY	2,94	2,92	2,79	2,87	3,02	1,97	1,99	1,46	1,53	1,60	1,58	1,64	1,65	1,32	2,09	1,58	0,71	0,68	0,73
9	WASTE TREATMENT AND DISPOSAL	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,10	0,09	0,15	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05
10	AGRICULTURE	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	OTHER SOURCES AND SINKS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ANTHROPOGENIC TOTAL		384,52	334,22	316,28	237,47	211,77	190,03	171,43	152,87	115,13	102,11	91,05	82,20	63,35	60,26	56,99	56,38	54,71	48,94	46,01
<b>TOTAL</b>		<b>384,52</b>	<b>334,22</b>	<b>316,28</b>	<b>237,47</b>	<b>211,77</b>	<b>190,03</b>	<b>171,43</b>	<b>152,87</b>	<b>115,13</b>	<b>102,11</b>	<b>91,05</b>	<b>82,20</b>	<b>63,36</b>	<b>60,26</b>	<b>57,00</b>	<b>56,38</b>	<b>54,71</b>	<b>48,94</b>	<b>46,01</b>

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 1999

*NO<sub>x</sub> emissions in Gg*

<b>SNAP97</b>	<b>1980</b>	<b>1981</b>	<b>1982</b>	<b>1983</b>	<b>1984</b>	<b>1985</b>	<b>1986</b>	<b>1987</b>	<b>1988</b>	<b>1989</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>
<b>1</b> COMBUSTION IN ENERGY AND TRANSFORMATION INDUSTRIES	20,40	19,83	19,95	20,40	22,77	23,40	17,91	15,00	11,50	11,80	14,48	12,18	10,88	8,25	7,15	8,06	7,87	9,22	8,30
<b>2</b> NON-INDUSTRIAL COMBUSTION PLANTS	18,25	16,26	16,08	16,57	18,09	18,57	21,85	22,79	20,89	20,21	19,75	21,68	19,47	19,84	19,19	19,81	20,36	19,19	18,41
<b>3</b> COMBUSTION IN MANUFACTURING INDUSTRY	31,27	28,88	27,36	23,22	22,23	23,16	22,76	22,84	20,99	18,43	19,34	16,32	16,10	14,36	13,94	15,00	15,35	15,73	15,70
<b>4</b> PRODUCTION PROCESSES	38,06	36,17	33,85	32,00	30,98	29,56	25,19	24,08	23,71	23,35	22,23	22,33	21,53	20,99	20,78	19,73	19,36	19,79	19,54
<b>5</b> EXTRACTION AND DISTRIBUTION OF FOSSIL FUELS AND GEOTHERMAL ENERGY	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>6</b> SOLVENT AND OTHER PRODUCT USE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>7</b> ROAD TRANSPORT	101,27	100,32	102,52	104,52	101,32	102,06	104,87	104,37	104,57	100,12	95,99	102,47	97,07	93,53	94,42	86,87	84,14	83,66	83,84
<b>8</b> OTHER MOBILE SOURCES AND MACHINERY	12,56	12,73	12,44	12,81	13,24	14,02	14,29	14,18	14,46	14,71	14,89	15,32	15,11	11,49	20,36	15,15	16,72	17,22	17,84
<b>9</b> WASTE TREATMENT AND DISPOSAL	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,23	0,26	0,84	0,52	0,24	0,23	0,16	0,10	0,20
<b>10</b> AGRICULTURE	6,45	6,41	6,38	6,35	6,36	6,37	6,31	6,30	6,29	6,27	6,16	6,17	6,18	6,19	6,14	6,09	6,08	6,08	6,08
<b>11</b> OTHER SOURCES AND SINKS	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,49	1,47	1,53	1,49	1,47	1,47	1,47	1,51
<b>ANTHROPOGENIC TOTAL</b>	<b>228,29</b>	<b>220,64</b>	<b>218,62</b>	<b>215,89</b>	<b>215,02</b>	<b>217,16</b>	<b>213,22</b>	<b>209,60</b>	<b>202,44</b>	<b>194,93</b>	<b>193,07</b>	<b>196,73</b>	<b>187,19</b>	<b>175,16</b>	<b>182,22</b>	<b>170,95</b>	<b>170,03</b>	<b>171,00</b>	<b>169,91</b>
<b>TOTAL</b>	<b>229,77</b>	<b>222,12</b>	<b>220,10</b>	<b>217,37</b>	<b>216,50</b>	<b>218,64</b>	<b>214,70</b>	<b>211,08</b>	<b>203,92</b>	<b>196,41</b>	<b>194,55</b>	<b>198,22</b>	<b>188,65</b>	<b>176,70</b>	<b>183,70</b>	<b>172,42</b>	<b>171,50</b>	<b>172,46</b>	<b>171,41</b>

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 1999

## NMVOC emissions in Gg

SNAP97	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1 COMBUSTION IN ENERGY AND TRANSFORMATION INDUSTRIES	0,35	0,31	0,32	0,32	0,35	0,35	0,37	0,44	0,37	0,35	0,36	0,43	0,28	0,24	0,20	0,18	0,18	0,21	0,22
2 NON-INDUSTRIAL COMBUSTION PLANTS	40,93	41,60	39,45	37,74	43,83	42,29	51,20	48,35	53,12	48,87	47,09	40,68	35,51	39,99	38,13	42,05	41,10	34,40	33,33
3 COMBUSTION IN MANUFACTURING INDUSTRY	1,16	1,15	1,16	1,05	1,08	1,18	1,19	1,19	1,20	1,13	1,17	1,07	1,13	1,11	0,45	0,53	0,65	0,63	0,60
4 PRODUCTION PROCESSES	28,39	26,77	25,25	24,49	24,48	23,63	22,58	22,67	22,91	23,01	19,93	21,52	23,31	24,71	22,48	22,55	22,58	22,62	22,67
5 EXTRACTION AND DISTRIBUTION OF FOSSIL FUELS AND GEOTHERMAL ENERGY	4,36	4,08	4,09	4,21	4,08	4,23	4,43	4,54	4,72	4,87	5,00	5,64	5,54	5,59	5,68	4,93	4,04	3,50	3,71
6 SOLVENT AND OTHER PRODUCT USE	140,16	143,76	147,36	150,96	154,56	158,16	162,16	166,16	169,60	172,40	167,69	140,03	122,39	115,79	115,96	122,13	121,63	130,10	126,94
7 ROAD TRANSPORT	126,42	123,50	121,54	124,00	121,59	118,38	119,75	121,23	114,83	105,65	94,84	96,13	83,61	73,88	66,35	59,41	52,30	46,59	42,45
8 OTHER MOBILE SOURCES AND MACHINERY	4,22	3,69	4,15	4,22	4,28	4,43	4,46	4,43	4,47	4,47	4,52	4,58	4,50	3,58	5,80	4,40	4,72	4,78	4,82
9 WASTE TREATMENT AND DISPOSAL	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,81	0,82	0,89	0,89	0,90	0,89	0,87	0,87	0,86
10 AGRICULTURE	5,49	5,48	5,47	5,45	5,46	5,46	5,44	5,44	5,44	5,43	2,38	2,38	2,38	2,38	2,36	2,35	2,34	2,34	2,34
11 OTHER SOURCES AND SINKS	139,78	139,78	139,78	139,78	139,78	139,78	139,78	139,78	139,78	139,78	139,78	139,59	139,59	139,58	139,57	139,56	139,56	139,56	139,58
ANTHROPOGENIC TOTAL	352,21	351,05	349,51	353,16	360,41	358,82	372,30	375,16	377,36	366,89	343,79	313,29	279,54	268,17	258,31	259,41	250,43	246,03	237,93
<b>TOTAL</b>	<b>491,99</b>	<b>490,83</b>	<b>489,29</b>	<b>492,93</b>	<b>500,19</b>	<b>498,59</b>	<b>512,08</b>	<b>514,94</b>	<b>517,14</b>	<b>506,67</b>	<b>483,57</b>	<b>452,88</b>	<b>419,13</b>	<b>407,75</b>	<b>397,88</b>	<b>398,97</b>	<b>389,99</b>	<b>385,59</b>	<b>377,51</b>

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 1999

CH<sub>4</sub> emissions in Gg

SNAP97	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1 COMBUSTION IN ENERGY AND TRANSFORMATION INDUSTRIES	0,13	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,18	0,15	0,14	0,15	0,17	0,12	0,12	0,10	0,10	0,07	0,08	0,08
2 NON-INDUSTRIAL COMBUSTION PLANTS	14,28	14,48	13,72	13,14	15,27	14,75	17,82	16,85	18,50	17,03	16,37	14,14	12,36	13,92	13,23	14,54	14,22	12,08	11,68
3 COMBUSTION IN MANUFACTURING INDUSTRY	0,41	0,41	0,41	0,38	0,40	0,43	0,43	0,44	0,45	0,44	0,46	0,44	0,45	0,45	0,26	0,29	0,34	0,35	0,34
4 PRODUCTION PROCESSES	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11
5 EXTRACTION AND DISTRIBUTION OF FOSSIL FUELS AND GEOTHERMAL ENERGY	3,32	3,17	3,07	3,13	3,48	3,72	3,62	3,80	3,61	3,88	4,27	4,51	4,42	4,67	4,80	5,24	5,57	5,37	5,51
6 SOLVENT AND OTHER PRODUCT USE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7 ROAD TRANSPORT	4,45	4,35	4,27	4,32	4,19	4,02	4,01	4,01	3,82	3,57	3,25	3,39	3,05	2,79	2,60	2,40	2,16	1,96	1,88
8 OTHER MOBILE SOURCES AND MACHINERY	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,15	0,20	0,17	0,18	0,18	0,18
9 WASTE TREATMENT AND DISPOSAL	288,36	288,97	289,83	289,82	290,32	290,47	289,92	289,27	291,63	293,44	295,37	290,22	287,26	281,33	275,90	270,04	265,35	257,72	247,69
10 AGRICULTURE	217,61	219,49	219,78	224,42	226,67	225,20	223,81	221,01	217,51	218,26	217,43	213,93	206,50	204,78	202,83	196,54	193,55	192,13	191,95
11 OTHER SOURCES AND SINKS	8,35	8,35	8,35	8,35	8,35	8,35	8,35	8,35	8,36	8,36	8,37	8,32	8,33	8,33	8,32	8,32	8,32	8,32	8,34
ANTHROPOGENIC TOTAL	528,84	531,25	531,45	535,58	540,73	539,00	540,01	535,83	535,94	537,03	537,56	527,07	514,44	508,30	500,03	489,42	481,54	469,97	459,42
<b>TOTAL</b>	<b>537,19</b>	<b>539,60</b>	<b>539,80</b>	<b>543,94</b>	<b>549,09</b>	<b>547,36</b>	<b>548,36</b>	<b>544,18</b>	<b>544,30</b>	<b>545,39</b>	<b>545,93</b>	<b>535,39</b>	<b>522,77</b>	<b>516,63</b>	<b>508,35</b>	<b>497,75</b>	<b>489,86</b>	<b>478,29</b>	<b>467,75</b>

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 1999

## CO emissions in Gg

SNAP97	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1 COMBUSTION IN ENERGY AND TRANSFORMATION IND	5,93	5,28	5,45	4,89	5,91	5,98	6,01	11,25	8,88	7,57	0,72	0,73	0,87	0,69	0,72	0,95	1,02	1,09	1,16
2 NON-INDUSTRIAL COMBUSTION PLANTS	425,39	422,20	414,51	392,95	452,31	435,74	553,33	568,78	552,34	517,74	505,24	495,37	431,74	439,65	430,03	430,10	436,90	454,33	440,95
3 COMB. IN MANUFACTURING INDUSTRY	4,91	5,07	5,27	5,19	5,76	6,33	6,20	6,50	6,66	6,56	6,57	6,45	6,61	6,55	4,08	4,78	5,72	6,03	5,81
4 PRODUCTION PROCESSES	358,47	355,90	352,94	352,14	384,08	392,28	382,15	327,53	334,58	350,92	275,89	246,99	287,66	296,93	310,15	239,31	264,10	269,41	255,21
5 EXTRACTION AND DISTRIBUT. OF FOSSIL FUELS AND GEOTHERMAL ENERGY	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6 SOLVENT AND OTHER PRODUCT USE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7 ROAD TRANSPORT	850,57	789,46	738,86	726,90	688,06	642,33	629,90	622,93	584,20	537,29	480,73	500,44	442,32	399,50	367,09	339,35	304,26	277,24	261,58
8 OTHER MOBILE SOURCES AND MACHINERY	11,00	10,90	10,58	10,60	10,63	11,05	11,01	10,83	10,92	10,96	11,22	11,36	11,11	8,77	14,23	10,65	11,45	11,52	11,67
9 WASTE TREATMENT AND DISPOSAL	25,12	25,09	25,08	25,00	24,96	24,89	24,76	24,63	24,74	24,80	24,92	24,50	24,31	23,82	23,39	22,92	22,51	21,87	21,10
10 AGRICULTURE	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
11 OTHER SOURCES AND SINKS	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,35	0,18	0,10	0,09	0,07	0,29
ANTHROPOGENIC TOTAL	1711,38	1643,90	1582,68	1547,67	1601,70	1548,61	1643,37	1602,45	1552,30	1485,84	1306,78	1287,34	1206,12	1177,41	1151,19	1049,57	1047,47	1043,00	998,98
<b>TOTAL</b>	<b>1711,79</b>	<b>1644,30</b>	<b>1583,09</b>	<b>1548,08</b>	<b>1602,11</b>	<b>1549,02</b>	<b>1643,78</b>	<b>1602,86</b>	<b>1552,71</b>	<b>1486,25</b>	<b>1307,19</b>	<b>1287,75</b>	<b>1206,53</b>	<b>1177,75</b>	<b>1151,37</b>	<b>1049,67</b>	<b>1047,56</b>	<b>1043,07</b>	<b>999,27</b>

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 1999

CO<sub>2</sub> emissions in Tg (million tons)

SNAP97	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1 COMBUSTION IN ENERGY AND TRANSFORMATION INDUSTRIES	9,05	8,59	8,71	8,73	9,51	9,50	9,36	10,01	8,63	9,36	12,38	13,40	9,81	9,13	9,40	10,92	11,42	11,88	11,64
2 NON-INDUSTRIAL COMBUSTION PLANTS	14,68	12,64	12,25	12,52	13,07	13,74	13,67	14,61	12,82	12,52	12,17	14,65	13,23	13,99	13,51	13,74	15,21	13,70	13,57
3 COMBUSTION IN MANUFACTURING INDUSTRY	10,98	10,14	9,57	8,08	7,75	8,08	7,68	7,65	7,14	6,66	7,43	6,81	6,95	6,85	6,66	7,51	7,85	8,27	8,15
4 PRODUCTION PROCESSES	16,01	15,68	14,03	14,07	15,19	14,85	14,31	13,92	14,11	14,42	14,76	14,34	13,38	13,49	14,20	14,34	14,22	15,21	14,56
5 EXTRACTION AND DISTRIBUTION OF FOSSIL FUELS AND GEOTHERMAL ENERGY	0,18	0,14	0,13	0,12	0,12	0,12	0,11	0,12	0,12	0,13	0,12	0,13	0,14	0,13	0,15	0,15	0,09	0,14	0,14
6 SOLVENT AND OTHER PRODUCT USE	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,51	0,52	0,53	0,54	0,52	0,44	0,38	0,36	0,36	0,38	0,38	0,41	0,40
7 ROAD TRANSPORT	11,22	10,95	11,01	11,25	10,96	11,08	11,48	11,60	12,46	12,94	13,28	14,76	14,75	14,80	15,41	15,13	15,08	15,48	16,42
8 OTHER MOBILE SOURCES AND MACHINERY	1,24	1,25	1,23	1,26	1,29	1,36	1,39	1,38	1,39	1,40	1,42	1,45	1,43	1,05	1,97	1,40	1,54	1,58	1,61
9 WASTE TREATMENT AND DISPOSAL	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,04	0,09	0,09	0,11	0,12	0,11	0,12	0,12
10 AGRICULTURE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11 OTHER SOURCES AND SINKS	-4,45	-11,08	-13,27	-13,53	-9,50	-12,87	-11,15	-12,98	-11,31	-12,49	-9,21	-13,50	-8,66	-8,98	-7,86	-7,25	-5,39	-7,63	-7,63
<b>ANTHROPOGENIC TOTAL</b>	<b>63,81</b>	<b>59,84</b>	<b>57,39</b>	<b>56,51</b>	<b>58,38</b>	<b>59,23</b>	<b>58,51</b>	<b>59,81</b>	<b>57,21</b>	<b>57,97</b>	<b>62,13</b>	<b>66,02</b>	<b>60,15</b>	<b>59,90</b>	<b>61,75</b>	<b>63,69</b>	<b>65,91</b>	<b>66,79</b>	<b>66,60</b>

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 1999

*N<sub>2</sub>O emissions in Gg*

SNAP97	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1 COMBUSTION IN ENERGY AND TRANSFORMATION INDUSTRIES	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,10	0,12	0,10	0,10	0,14	0,16	0,12	0,11	0,12	0,14	0,14	0,14	0,17
2 NON-INDUSTRIAL COMBUSTION PLANTS	0,37	0,36	0,38	0,37	0,41	0,43	0,57	0,59	0,59	0,57	0,57	0,57	0,53	0,56	0,54	0,57	0,58	0,53	0,52
3 COMBUSTION IN MANUFACTURING INDUSTRY	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,16	0,18	0,19	0,20	0,20
4 PRODUCTION PROCESSES	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,55	0,58	0,57	0,55	0,55	0,55	0,55
5 EXTRACTION AND DISTRIBUTION OF FOSSIL FUELS AND GEOTHERMAL ENERGY	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6 SOLVENT AND OTHER PRODUCT USE	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
7 ROAD TRANSPORT	0,41	0,40	0,41	0,42	0,41	0,42	0,44	0,44	0,62	0,83	1,02	1,27	1,44	1,58	1,76	1,81	1,80	1,79	1,87
8 OTHER MOBILE SOURCES AND MACHINERY	0,07	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,09	0,07	0,07	0,08	0,08
9 WASTE TREATMENT AND DISPOSAL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
10 AGRICULTURE	3,47	3,45	3,44	3,42	3,43	3,43	3,41	3,40	3,39	3,38	3,31	3,32	3,32	3,33	3,30	3,27	3,27	3,27	3,27
11 OTHER SOURCES AND SINKS	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
ANTHROPOGENIC TOTAL	5,89	5,84	5,86	5,82	5,85	5,89	6,04	6,08	6,24	6,41	6,56	6,84	6,89	7,09	7,29	7,34	7,36	7,30	7,41
<b>TOTAL</b>	<b>7,67</b>	<b>7,62</b>	<b>7,64</b>	<b>7,60</b>	<b>7,63</b>	<b>7,67</b>	<b>7,82</b>	<b>7,86</b>	<b>8,02</b>	<b>8,19</b>	<b>8,34</b>	<b>8,64</b>	<b>8,69</b>	<b>8,88</b>	<b>9,09</b>	<b>9,14</b>	<b>9,16</b>	<b>9,10</b>	<b>9,21</b>

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 1999

*NH<sub>3</sub> emissions in Gg*

SNAP97	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1 COMBUSTION IN ENERGY AND TRANSFORMATION INDUSTRIES	0,17	0,15	0,15	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,12	0,13	0,14	0,16	0,14	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20
2 NON-INDUSTRIAL COMBUSTION PLANTS	0,49	0,44	0,46	0,48	0,52	0,56	0,79	0,82	0,81	0,80	0,80	0,82	0,77	0,82	0,78	0,84	0,85	0,77	0,74
3 COMBUSTION IN MANUFACTURING INDUSTRY	0,30	0,28	0,26	0,21	0,19	0,19	0,20	0,21	0,20	0,18	0,20	0,18	0,19	0,17	0,28	0,33	0,34	0,36	0,35
4 PRODUCTION PROCESSES	0,23	0,22	0,22	0,21	0,22	0,21	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,20	0,18	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
5 EXTRACTION AND DISTRIBUTION OF FOSSIL FUELS AND GEOTHERMAL ENERGY	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6 SOLVENT AND OTHER PRODUCT USE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7 ROAD TRANSPORT	0,24	0,23	0,22	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,55	0,95	1,32	1,73	2,06	2,33	2,54	2,58	2,42	2,29	2,31
8 OTHER MOBILE SOURCES AND MACHINERY	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,03	0,03
9 WASTE TREATMENT AND DISPOSAL	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
10 AGRICULTURE	77,53	78,64	78,75	80,54	81,39	80,73	80,13	79,23	77,71	77,56	77,17	76,03	73,01	72,52	71,90	70,08	68,66	68,26	68,05
11 OTHER SOURCES AND SINKS	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,70	0,70	0,70	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,72	0,72	0,72
ANTHROPOGENIC TOTAL	79,05	80,03	80,15	81,89	82,74	82,12	81,76	80,89	79,69	79,91	79,92	79,20	76,45	76,27	75,95	74,27	72,74	72,16	71,95
<b>TOTAL</b>	<b>79,74</b>	<b>80,73</b>	<b>80,84</b>	<b>82,58</b>	<b>83,43</b>	<b>82,82</b>	<b>82,46</b>	<b>81,58</b>	<b>80,38</b>	<b>80,60</b>	<b>80,62</b>	<b>79,90</b>	<b>77,16</b>	<b>76,98</b>	<b>76,66</b>	<b>74,98</b>	<b>73,45</b>	<b>72,88</b>	<b>72,67</b>

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 1999

## Cd emissions in Mg

<b>SNAP97</b>		<b>1985</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>1998</b>
01	COMBUSTION IN ENERGY AND TRANSFORMATION INDUSTRIES	0,49	0,40	0,26	0,35
02	NON-INDUSTRIAL COMBUSTION PLANTS	1,13	1,35	0,73	0,58
03	COMBUSTION IN MANUFACTURING INDUSTRY	0,94	0,60	0,30	0,30
04	PRODUCTION PROCESSES	0,96	0,56	0,22	0,22
05	EXTRACTION AND DISTRIBUTION OF FOSSIL FUELS AND GEOTHERMAL ENERGY	0,00	0,00	0,00	0,00
06	SOLVENT AND OTHER PRODUCT USE	0,00	0,00	0,00	0,00
07	ROAD TRANSPORT	0,05	0,06	0,08	0,08
08	OTHER MOBILE SOURCES AND MACHINERY	0,00	0,00	0,00	0,00
09	WASTE TREATMENT AND DISPOSAL	1,01	0,09	0,04	0,04
10	AGRICULTURE	0,22	0,01	0,01	0,01
11	OTHER SOURCES AND SINKS	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>		<b>4,81</b>	<b>3,09</b>	<b>1,63</b>	<b>1,58</b>

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 1999

*Hg emissions in Mg*

	<b>SNAP97</b>	<b>1985</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>1998</b>
01	COMBUSTION IN ENERGY AND TRANSFORMATION INDUSTRIES	0,61	0,51	0,31	0,42
02	NON-INDUSTRIAL COMBUSTION PLANTS	0,63	0,54	0,41	0,37
03	COMBUSTION IN MANUFACTURING INDUSTRY	0,37	0,22	0,15	0,16
04	PRODUCTION PROCESSES	1,95	1,22	0,46	0,47
05	EXTRACTION AND DISTRIBUTION OF FOSSIL FUELS AND GEOTHERMAL ENERGY	0,00	0,00	0,00	0,00
06	SOLVENT AND OTHER PRODUCT USE	0,00	0,00	0,00	0,00
07	ROAD TRANSPORT	0,00	0,00	0,00	0,00
08	OTHER MOBILE SOURCES AND MACHINERY	0,00	0,00	0,00	0,00
09	WASTE TREATMENT AND DISPOSAL	0,71	0,14	0,07	0,07
10	AGRICULTURE	0,03	0,00	0,00	0,00
11	OTHER SOURCES AND SINKS	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>TOTAL</b>	<b>4,29</b>	<b>2,63</b>	<b>1,41</b>	<b>1,49</b>

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 1999

*Pb emissions in Mg*

	<b>SNAP97</b>	<b>1985</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>1998</b>
01	COMBUSTION IN ENERGY AND TRANSFORMATION INDUSTRIES	0,91	1,08	0,70	0,94
02	NON-INDUSTRIAL COMBUSTION PLANTS	5,69	6,93	5,71	5,27
03	COMBUSTION IN MANUFACTURING INDUSTRY	2,03	1,52	1,14	1,29
04	PRODUCTION PROCESSES	69,40	37,02	12,83	12,78
05	EXTRACTION AND DISTRIBUTION OF FOSSIL FUELS AND GEOTHERMAL ENERGY	0,00	0,00	0,00	0,00
06	SOLVENT AND OTHER PRODUCT USE	0,02	0,02	0,02	0,02
07	ROAD TRANSPORT	225,75	151,51	16,23	13,50
08	OTHER MOBILE SOURCES AND MACHINERY	3,19	2,35	1,48	1,53
09	WASTE TREATMENT AND DISPOSAL	12,03	0,94	0,27	0,26
10	AGRICULTURE	1,12	0,06	0,06	0,06
11	OTHER SOURCES AND SINKS	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>TOTAL</b>	<b>320,16</b>	<b>201,42</b>	<b>38,45</b>	<b>35,65</b>

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 1999

## PAH emissions in Mg

	<b>SNAP97</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>
01	COMBUSTION IN ENERGY AND TRANSFORMATION INDUSTRIES	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02	NON-INDUSTRIAL COMBUSTION PLANTS	454,98	499,55	512,02	470,52	455,34
03	COMBUSTION IN MANUFACTURING INDUSTRY	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
04	PRODUCTION PROCESSES	4,26	4,30	4,61	4,63	4,72
05	EXTRACTION AND DISTRIBUTION OF FOSSIL FUELS AND GEOTHERMAL ENERGY	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06	SOLVENT AND OTHER PRODUCT USE	0,22	0,23	0,23	0,25	0,24
07	ROAD TRANSPORT	12,51	12,36	12,33	12,93	14,16
08	OTHER MOBILE SOURCES AND MACHINERY	5,39	4,33	4,87	4,97	5,03
09	WASTE TREATMENT AND DISPOSAL	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
10	AGRICULTURE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	OTHER SOURCES AND SINKS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>TOTAL</b>	<b>477,37</b>	<b>520,78</b>	<b>534,07</b>	<b>493,30</b>	<b>479,50</b>

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 1999

*Dioxine emissions in g*

	<b>SNAP97</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>
01	COMBUSTION IN ENERGY AND TRANSFORMATION INDUSTRIES	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02	NON-INDUSTRIAL COMBUSTION PLANTS	16,82	18,16	18,40	16,78	16,26
03	COMBUSTION IN MANUFACTURING INDUSTRY	3,47	3,73	3,88	3,98	3,91
04	PRODUCTION PROCESSES	8,17	8,90	7,99	8,55	8,38
05	EXTRACTION AND DISTRIBUTION OF FOSSIL FUELS AND GEOTHERMAL ENERGY	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06	SOLVENT AND OTHER PRODUCT USE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
07	ROAD TRANSPORT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
08	OTHER MOBILE SOURCES AND MACHINERY	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09	WASTE TREATMENT AND DISPOSAL	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
10	AGRICULTURE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	OTHER SOURCES AND SINKS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>TOTAL</b>	<b>28,64</b>	<b>30,97</b>	<b>30,45</b>	<b>29,50</b>	<b>28,74</b>

*Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 1999*