

AKTUALISIERUNG DER LUFTSCHADSTOFF-TRENDS IN ÖSTERREICH 1980-1999

Manfred RITTER

Stephan POUPA

Elisabeth WAITZ

BE-181

Autoren

Manfred RITTER
Stephan POUPA
Elisabeth WAITZ

Projektmitarbeiter

Brigitte BICHLER
Judith BRUNNER
Günther LICHTBLAU
Klaus RADUNSKY

Layout

Elisabeth WAITZ

Impressum

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

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, Jänner 2001
Alle Rechte vorbehalten (all rights reserved)
ISBN 3-85457-569-9

VORWORT

Der vorliegende Bericht aktualisiert die Publikation "Luftschadstoff-Trends in Österreich 1990-1998" [RITTER et al, 1999]. Er fasst die neuesten Ergebnisse der *Österreichischen Luftschadstoff-Inventur* (OLI 2000) zusammen und stellt die Entwicklung der Luftschadstoffemissionen von 1980 bis 1999 dar. Die Trends von dreizehn Schadstoffen werden analog zum Vorgängerbericht beschrieben und im Anhang detailliert im international geforderten Format wiedergegeben.

Die wichtigsten - durch Österreich zu erfüllenden - internationalen Berichtspflichten betreffend Luftschadstoffemissionen werden in einem Eingangskapitel kurz beschrieben, wobei der Schwerpunkt auf der Darstellung der Regelungen der UNECE/CLRTAP und deren Protokollen liegt.

Die Datenerhebung zum Bericht dient in erster Linie zur Erfüllung des *Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung*¹ bezüglich der Luftschadstoffe: SO₂, NO_x, NMVOC, CH₄, CO, CO₂, N₂O, und NH₃, sowie für ausgewählte Schwermetalle (HM) und persistente organische Verbindungen (POPs).

Im Anhang werden die von der Republik Österreich zur Erfüllung der UNECE/CLRTAP Berichtspflicht übermittelten Emissionsdaten vollständig auf SNAP²-Level 1 des geforderten EMEP³-Berichtsformates wiedergegeben.

Zur Aktualisierung des Vorgängerberichts wurden im Rahmen der OLI 2000 folgende neue Ergebnisse eingearbeitet:

- Einarbeitung der neuen sektoralen Energiebilanz der Statistik Österreich [ÖSTAT, 2000]. Diese Bilanz aktualisiert alle Energiedaten (auch rückwirkend) und verändert damit besonders die Emissionsberechnung ab 1996 entscheidend.
- Umfassende Recherchen im Bereich der Landwirtschaft. Durch eine Überarbeitung der gesamten Aktivitätsdaten ab 1980 (z.B. bei Almwiesen und Waldbränden) konnten Verbesserungen bei der Konsistenz der Zeitreihen erreicht werden.
- Überarbeitung und Ergänzung der Schwermetallemissionen. Dieser Bericht zeigt erstmals eine geschlossene Zeitreihe ab 1985. Die durchgeführten Berechnungen [BICHLER, B. 2000] berücksichtigen dabei auch aktualisierte Emissionsfaktoren in Teilbereichen der Industrie.
- Überarbeitung und Ergänzung der Dioxinmissionen. Die Einarbeitung einer neuen Studie [HÜBNER, 1999] zeigt nun erstmals eine geschlossene Zeitreihe ab 1990. Vor allem die Dioxidmissionen aus Kleinfeuerungsanlagen der urbanen und ländlichen Haushalte, die in diesem Bereich den Hauptemittenten darstellen, wurden anhand der detaillierten Studie [FTU GmbH, 2000] in die Datengrundlage eingebracht.
- Rückrechnung der Emissionen von Polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAH) bis 1990 in einer geschlossenen Zeitreihe.

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

² Standardisierte Einteilung der Verursacher, siehe Kapitel 4.4 (SNAP: Selected Nomenclature of Air Pollutants)

³ Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe

Ausserdem wurde die diesjährige Inventur mit einer Reihe von allgemeinen Qualitätsverbesserungen durchgeführt. Im wesentlichen folgen diese Verbesserungen den in den letzten Jahren deutlich erhöhten Anforderungen an das Qualitätsmanagement von Emissionsbilanzen im Klimabereich.

Zu diesem Zweck wurden bei der Emissionsbilanzierung heuer erstmals folgende Aspekte berücksichtigt:

- Um den hohen internationalen Qualitätsanforderungen gerecht zu werden, ist die Akkreditierung der Umweltbundesamt GmbH zur Erstellung von Emissionsbilanzen für das Jahr 2002 geplant. Derzeit wird ein Qualitätsmanagement-System entsprechend der ÖNORM EN 45004 aufgebaut, das neben den Normforderungen auch jene Aspekte einbezieht, die sich aus internationalen Anforderungen an Emissionsbilanzen ergeben.
- Weitgehende Beachtung der Empfehlungen des Good Practice Reports [INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2000] bei der Bilanzierung.
- Umfangreiche interne Dokumentation der Vorgangsweise bei der Erstellung der Emissionsbilanz, um Nachvollziehbarkeit und Transparenz zu verbessern.
- Beachtung des Common Reporting Formats bei der Erfüllung der internationalen Berichtspflichten, um die Vergleichbarkeit mit anderen Vertragsstaaten zu ermöglichen.
- Bestimmung der Unsicherheit für die gesamte Luftschadstoffinventur. Um Emissionsreduktionen bezogen auf ein Basisjahr in ein Emissionshandelsschema einbinden zu können, müssen die Emissionsbilanzen nicht nur transparent und nachvollziehbar, sondern auch mit einer Unsicherheitsangabe versehen sein. Eine Studie für Unsicherheiten der Emissionsinventur für Treibhausgase in Österreich [ORTHOFFER & WINIWARTER, 2000] wurde für das Jahr 1997 erstellt.

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
OLI 2000	Dezember 2000	EMEP

Inhaltsverzeichnis

1	ZUSAMMENFASSUNG	7
1.1	Luftverunreinigungen.....	7
1.2	Klimaänderung.....	8
2	ÖSTERREICH UND INTERNATIONALE BERICHTSPFLICHTEN ÜBER DEN AUSSTOSS VON LUFTSCHADSTOFFEN	9
2.1	Grundlagen	9
2.2	UNECE/CLRTAP.....	9
2.3	UNFCCC	10
2.4	EU Monitoring Mechanism	10
2.5	Berichtsformate und Überblickstabelle zu den Berichtspflichten.....	11
3	DIE BERICHTSPFLICHT DER UNECE/CLRTAP	13
3.1	Ursprung der UNECE/CLRTAP	13
3.2	Protokolle zur UNECE/CLRTAP	13
3.2.1	EMEP Protokoll - 1984 Genf	13
3.2.2	Protokoll betreffend die Reduktion von Schwefelemissionen um mind. 30% - 1985 Helsinki	14
3.2.3	Protokoll betreffend Emissionen von Stickstoffoxiden - 1988 Sofia	14
3.2.4	Protokoll betreffend Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen - 1991 Genf .	15
3.2.5	Protokoll betreffend die Verringerung von Schwefelemissionen - 1994 Oslo.....	16
3.2.6	Protokoll betreffend Schwermetalle - 1998 Aarhus	16
3.2.7	Protokoll betreffend persistente organische Verbindungen (POPs) - 1998 Aarhus...	16
3.2.8	Protokoll zur Verminderung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon - 1999 Göteborg.....	17
4	GRUNDLAGEN DER INVENTUR	19
4.1	Methode.....	19
4.2	Schadstoffe	20
4.3	Qualitätsmanagement	21
4.3.1	Akkreditierung.....	21
4.3.2	Dokumentation.....	21
4.4	Verursachereinteilung.....	22
5	TREND - UND VERURSACHERANALYSE	25
5.1	Schadstofftrends	25
5.1.1	Schwefeldioxid (SO ₂)	25
5.1.2	Stickstoffoxide (NO _x).....	27

5.1.3	Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC)	29
5.1.4	Methan (CH ₄)	30
5.1.5	Kohlenmonoxid (CO)	32
5.1.6	Kohlendioxid (CO ₂)	33
5.1.7	Distickstoffoxid (N ₂ O)	34
5.1.8	Ammoniak (NH ₃)	35
5.1.9	Kadmium (Cd)	36
5.1.10	Quecksilber (Hg)	37
5.1.11	Blei (Pb)	38
5.1.12	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)	39
5.1.13	Dioxine	40
5.2	Verursachertrends	42
5.2.1	Wärme- und Heizkraftwerke	42
5.2.2	Kleinverbraucher	44
5.2.3	Industrie	45
5.2.4	Verkehr	47
5.2.5	Landwirtschaft	49
5.2.6	Natur (inkl. Forstwirtschaft)	51
5.3	Umweltrends	53
5.3.1	Übersäuerung und Eutrophierung	53
5.3.2	Treibhauseffekt (Klimaänderung)	54
6	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	55
7	LITERATURVERZEICHNIS	57
	ANHANG: EMISSIONSBERICHTSPFLICHT UNECE 2000	59

1 ZUSAMMENFASSUNG

Österreich hat sich eine Reihe von Umweltzielen bezüglich der Emissionen von Luftschadstoffen gesetzt. Mit dem Beitritt zu zwei Internationalen Verträgen der Vereinten Nationen (Luftverunreinigungen und Klimaänderung) wurden diese Ziele auch nach außen verbindlich festgelegt. Diese Verträge enthalten im wesentlichen Verpflichtungen zur Reduktion von Emissionen bis zu einem bestimmten Stichjahr sowie die Verpflichtung, detaillierte Regeln bei der Datenerhebung einzuhalten.

Im Zuge der Erfüllung dieser Verpflichtungen wird vom Umweltbundesamt jährlich die *Österreichische Luftschadstoff-Inventur* (OLI) durchgeführt.⁴

Der vorliegenden Bericht präsentiert Ergebnisse der *Österreichischen Luftschadstoff-Inventur 2000* (OLI 2000) im Vergleich mit den von Österreich eingegangenen Reduktionsverpflichtungen.

1.1 Luftverunreinigungen

Österreich konnte seinen Reduktionsverpflichtungen bei den Luftverunreinigungen (SO_2 , NO_x , NMVOC und NH_3) teilweise näher kommen. Bei den Stickoxiden und den Kohlenwasserstoffen werden allerdings noch deutliche Anstrengungen notwendig sein, um die international festgelegten Ziele zu erreichen.

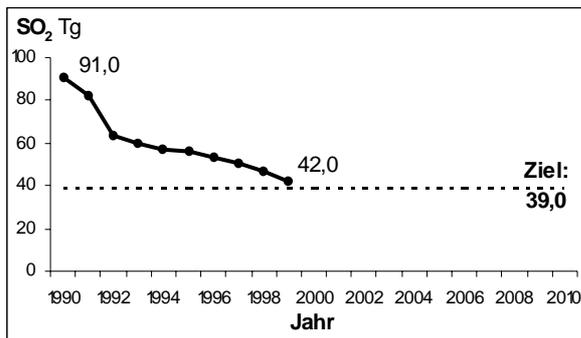


Abb. 1 Schwefeldioxid-Trend

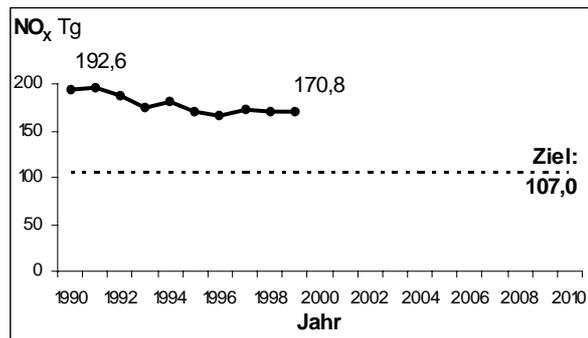


Abb. 2 Stickoxid-Trend

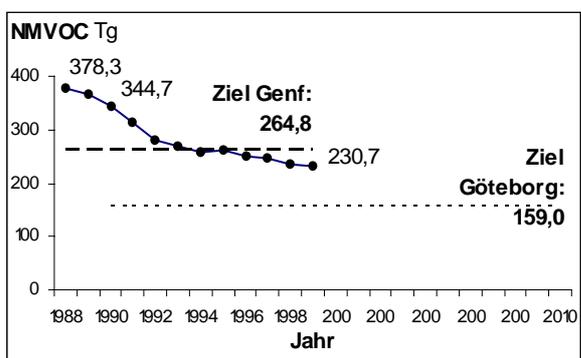


Abb. 3 Kohlenwasserstoff⁵-Trend

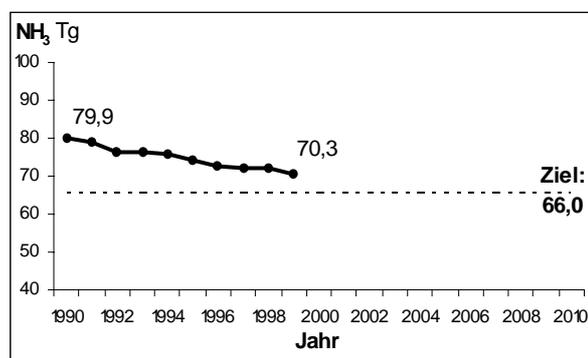


Abb. 4 Ammoniak-Trend

⁴ BGBl. Nr. 152/1998 Umweltkontrollgesetz, §6.(2)

⁵ Kohlenwasserstoffe verstehen sich ohne Methan (NMVOC - Non-Methane Volatile Organic Compounds)

1.2 Klimaänderung

Österreich ist dem Ziel einer dreizehn prozentigen Reduktion⁶ von treibhauswirksamen Gasen bis 2010 in den letzten Jahren nicht nähergekommen.

Der Grund liegt insbesondere im steigenden fossilen Brennstoffeinsatz und den damit zunehmenden Kohlendioxid Emissionen (siehe Kapitel 5.1.6). Besonders hervorzuheben sind die Steigerungen der Emissionen im Verkehrsbereich.

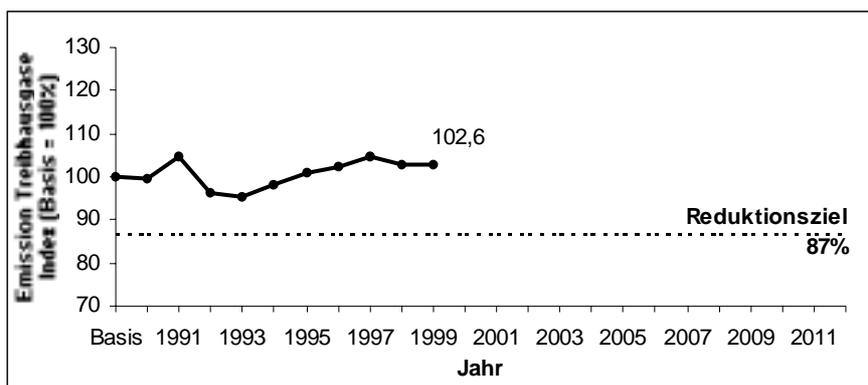


Abb. 5: Treibhausgas⁷-Trend

In Österreich ist 1999 Kohlendioxid mit über 83% hauptverantwortlich für die Summe an Treibhausgasen. Die stärksten Zuwachsraten hatte der Straßenverkehr, wo die CO₂-Emissionen seit 1990 um über 20% gestiegen sind.

Methan als zweitwichtigstes Treibhausgas trug im Jahr 1999 etwa 12% zu den Treibhausgasemissionen bei, gefolgt von Lachgas mit 3% und den drei F-Gasen mit insgesamt 2%.

⁶ Österreich verpflichtete sich EU-intern im sogenannten "burden sharing agreement" zu einer dreizehn prozentigen Reduktion.

⁷ Treibhausgase inkludieren CO₂, CH₄, N₂O und drei fluorhaltige Gase: HFC, PFC und SF₆. Senken wurden nicht berücksichtigt.

2 ÖSTERREICH UND INTERNATIONALE BERICHTSPFLICHTEN ÜBER DEN AUSSTOSS VON LUFTSCHADSTOFFEN

2.1 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 alljährlich zu erheben und gemäß einheitlicher Berichtsformate zu übermitteln.

Die drei wichtigsten Berichtspflichten, welche von Österreich im Jahr 2000 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)*⁸,
- die Berichtspflicht an das Sekretariat des *Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)*⁹, sowie
- die Übermittlung von Emissionsdaten an die Europäische Kommission im Rahmen des *Systems zur Beobachtung der Emissionen von CO₂ und anderen Treibhausgasen in der Gemeinschaft (Entscheidung des Rates 99/296/EG vom 26. April 1999, EU Monitoring Mechanism)*¹⁰.

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.

2.2 UNECE/CLRTAP

Im Rahmen der UNECE/CLRTAP und der dazu abgeschlossenen Protokolle verpflichteten sich deren Vertragsparteien, jährlich nationale Emissionsdaten für Schwefeldioxid (SO₂), Stickstoffoxide (NO_x), 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 (CH₄), Kohlenmonoxid (CO), Kohlendioxid (CO₂), Distickstoffoxid (N₂O) und Ammoniak (NH₃) 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.

Der vorliegende Bericht basiert auf den vom Umweltbundesamt für das Jahr 1999 erhobenen Emissionsdaten, welche von Österreich per 31. Dezember 2000 an die UNECE/CLRTAP zu

⁸ BGBl. Nr. 158/1983

⁹ BGBl. Nr. 414/1994

¹⁰ ABI. L 117 05.05.99 S.3

berichten waren. Diese Emissionsdaten werden im dafür geforderten Format, dem sogenannten EMEP-Format, berichtet¹¹.

2.3 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*.¹²

In Ausgestaltung dieser Vorschrift durch die Vertragsstaatenkonferenz hat Österreich jährlich zum 15. April Emissionsinventuren an das Sekretariat der UNFCCC zu übermitteln. Weiteres 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 (im Rahmen des Kyoto-Protokolls) bei der Berechnung der den verschiedenen Staaten zugestandenen Emissionsobergrenzen hohe Bedeutung erlangen könnte.

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.

2.4 EU Monitoring Mechanism

Nach der Unterzeichnung der UNFCCC hat die Europäische Gemeinschaft als Vertragspartei im Jahr 1993 ein *System zur Beobachtung der Emissionen von CO₂ und anderen Treibhausgasen in der Gemeinschaft* (Entscheidung 93/389/EWG) eingesetzt. Dieses System diente dazu, die Fortschritte bei der Stabilisierung von CO₂-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 CO₂-Stabilisierungsziel bis zum Jahr 2000 werden nun die Emissionsbegrenzungen bzw. -reduktionen aller im Kyoto-Protokoll vorgesehener Treibhausgase (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆)¹³ 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

¹¹ Als Sonderfall des EMEP-Formates werden CO₂- und CH₄-Daten auch im IPCC-Format ausgewiesen (siehe Kapitel 2.3).

¹² Unter CO₂-Senken versteht man einen Vorgang, eine Tätigkeit oder einen Mechanismus, durch die ein Treibhausgas, ein Aerosol oder eine Vorläufersubstanz eines Treibhausgases aus der Atmosphäre entfernt wird. Dies geschieht zum Beispiel beim Aufforsten in der Forstwirtschaft. Die Bäume nehmen dabei beim Wachstum CO₂ auf und können deshalb für die CO₂-Bilanz als Senke betrachtet werden. Die Quantifizierung und Anrechnung dieses Effektes ist allerdings komplex und wird international noch diskutiert.

¹³ HFCs = Hydrofluorocarbons, PFCs = Perfluorocarbons, SF₆ = Sulphur hexafluoride.

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.

Außerdem müssen die Mitgliedstaaten der Kommission jedes Jahr bis 31. Dezember neueste *Bestandsaufnahmen* der Treibhausgasemissionen im IPCC/CRF¹⁴ Format übermitteln. Sie müssen folgendes enthalten: (1) Angaben über die anthropogenen CO₂-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 1999 [RITTER, 2000] nach.

2.5 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 *vom Menschen* verursachten (anthropogenen) Emissionen. Dies führt dazu, dass Emissionsangaben nur im gleichen Berichtsformat (etwa EMEP oder IPCC/CRF) 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 bezüglich der Emissionen des Jahres 1999

Berichtspflicht	Fälligkeitsdatum	Berichtsformat	Umfang (Luftschadstoffe)
UNECE/CLRTAP	31. Dezember 2000	EMEP	SO ₂ , NO _x , NMVOCs, CH ₄ , CO, CO ₂ ¹⁵ , N ₂ O, NH ₃ , HM, POPs
UNFCCC	15. April 2001	IPCC/CRF	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFC, PFC, SF ₆
EU Monitoring Mechanism	31. Dezember 2000	IPCC/CRF	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFC, PFC, SF ₆

¹⁴ Common Reporting Format

¹⁵ Darstellung gemäß IPCC Guidelines

3 DIE BERICHTSPFLICHT DER UNECE/CLRTAP

3.1 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)*¹⁶. Von den 55 UNECE-Staaten sind derzeit 47 Vertragsparteien der CLRTAP (Stand: 13. November 2000), 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 Hilfsmittel 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.

3.2 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.

Die in den einzelnen Protokollen vereinbarten Reduktionen bzw. 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).

In nachfolgenden Kapiteln werden die Protokolle und ihre Ziele im Überblick beschrieben. Den umfassenden Text der Protokolle und den Stand der Unterzeichnungen und Ratifikationen kann man unter der Homepage der UNECE/CLRTAP auf der Internetseite: <http://www.unece.org/env/lrtap> finden.

3.2.1 EMEP Protokoll - 1984 Genf

Im sogenannten EMEP Protokoll¹⁷ zur UNECE/CLRTAP einigten sich die Vertragsparteien auf die langfristige Finanzierung eines Programms über die Zusammenarbeit bei der Messung und Bewertung des weiträumigen Transportes 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

¹⁶ BGBl. Nr. 158/1983

¹⁷ BGBl. Nr. 41/1988

und als Teil von UNEPs *Global Environment Monitoring System* (GEMS) durchgeführt [HACH, 1993]. 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 (SO₂), Stickstoffoxide (NO_x), Kohlenwasserstoffe ohne Methan (*non-methane volatile organic compound*, NMVOC).
- 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 Verursacherstaaten dargestellt. Messdaten für das EMEP Programm werden derzeit an rund 100 Messstationen in 24 ECE Ländern erhoben.

3.2.2 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 - Protokoll¹⁸ 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.

In Österreich trat dieses Protokoll am 2. September 1987 in Kraft. Das vereinbarte Ziel der 30%igen Reduktion konnte von allen 21 Vertragsparteien erreicht werden. In Österreich kam es zu einer Verringerung von 84% der Schwefelemissionen zwischen 1980 und 1993.

Weitere Protokolle betreffend Schwefelemissionen wurden 1994 in Oslo und 1999 in Göteborg beschlossen.

3.2.3 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 Flusses¹⁹, 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).

¹⁸ BGBl. Nr. 525/1987

¹⁹ BGBl. Nr. 273/1991

Gemäß Artikel 8 des Sofia Protokolls haben die dadurch verpflichteten Vertragsparteien jedes Jahr den Umfang ihrer nationalen jährlichen NO_x -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.

Das Ziel dieses Protokolls, der Stabilisation der NO_x Emissionen bis 1994, konnte von 19 der 25 Vertragsparteien erreicht werden. In Summe kam es sogar zu einer Reduktion von 9 Prozent im Vergleich zu 1987. Österreich hat das Ziel erreicht und konnte darüber hinaus die NO_x Emissionen zwischen 1987 und 1994 um 10 Prozent verringern.

Eine Fortsetzung der Vereinbarung betreffend Stickstoffoxid-Emissionen findet sich im Göteborg-Protokoll von 1999.

3.2.4 Protokoll betreffend Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen - 1991 Genf

Das Protokoll betreffend die Bekämpfung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen (NMVOCs) oder ihres grenzüberschreitenden Flusses²⁰ 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 für Österreich in Kraft.

Österreich konnte seine anthropogenen NMVOC-Emissionen zwischen 1988 und 1999 von 378.300 auf 230.700 Tonnen verringern, was einer Reduktion von 39% entspricht. Somit wurde das in diesem Protokoll vereinbarte Ziel erreicht.

Weitere Reduktionsverpflichtungen für NMVOC-Emissionen wurden mit dem Göteborg-Protokoll 1999 festgelegt.

²⁰ BGBl. III Nr. 164/1997

3.2.5 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.²¹ 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 überwacht.

Für Österreich wurde für das Jahr 2000 eine SO₂ Obergrenze von 78.000 Tonnen festgelegt. Dieses Ziel wurde sogar deutlich übererfüllt, da die Emissionen 1999 mit 42.000 Tonnen weit darunter liegen.

Weitere Reduktionen von Schwefelemissionen wurden mit dem Göteborg-Protokoll 1999 beschlossen.

3.2.6 Protokoll betreffend Schwermetalle - 1998 Aarhus

Dieses Protokoll verpflichtet Vertragsstaaten, die Emissionen von Kadmium (Cd), Blei (Pb) und Quecksilber (Hg) ab einem zwischen 1985 und 1995 frei wählbaren Basisjahres unter den Stand der Emissionen dieses 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. Dieses Protokoll wurde von Österreich am 24. Juni 1998 unterzeichnet, ist jedoch noch nicht im BGBl. veröffentlicht. Von 36 unterzeichnenden Ländern wurde es bis Ende 2000 von sieben ratifiziert. Das Protokoll soll 90 Tage nach der Ratifikation von 16 Parteien in Kraft treten.

3.2.7 Protokoll betreffend persistente organische Verbindungen (POPs) - 1998 Aarhus

Dieses Protokoll konzentriert sich auf 16 organische Substanzen bzw. Substanzgruppen²², 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.

Wie das Protokoll betreffend Schwermetalle wurde dieses am 24. Juni 1998 in Aarhus von Österreich unterzeichnet, aber noch nicht ratifiziert. Mit Ende 1999 haben es 6 Länder ratifiziert. Es tritt ebenfalls erst 90 Tage nach der Ratifikation von 16 Parteien in Kraft.

²¹ BGBl. III Nr. 60/1999

²² Die 16 Substanzen setzten sich zusammen aus 11 Pestiziden, 2 Industriechemikalien und 3 Kontaminationsstoffen. Ein generelles Verbot besteht z.B. bei „Aldrin, Chlordan, Chlordecone, Dieldrin, Endrin, Hexabromobiphenyl, Mirex und Toxaphene“. Details siehe homepage der UNECE/CLRTAP: <http://www.unece.org/env/lrtap>.

3.2.8 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 erfasst (Multischadstoff-/Multieffekt-Protokoll). Ziel dieses Protokolls ist die weitere 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 erstmals absolute 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 absoluten Emissionsgrenzen für die jährlichen Emissionen sind von den Vertragsstaaten bis zum Jahr 2010 zu erreichen. Für Österreich wurden folgende Obergrenzen vereinbart:

- SO₂: 39.000 Tonnen/a (entspricht einer rund 60%igen Reduktion ab 1990)
- NO_x: 107.000 Tonnen/a (rund 45%ige Reduktion ab 1990)
- NH₃: 66.000 Tonnen/a (rund 20%ige Reduktion ab 1990)
- NMVOC: 159.000 Tonnen/a (rund 50%ige Reduktion ab 1990)

Das Protokoll soll 90 Tage nach der Ratifikation von 16 Ländern in Kraft treten. Von 31 unterzeichnenden Parteien wurde es bis Ende 2000 noch von keinem Land ratifiziert.

4 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.

4.1 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 CORINAIR²³ der Europäischen Umweltagentur.

Dieser Ausstoß (Emission) von Luftschadstoffen wird allerdings nur bei wenigen großen Einzelquellen *ganzjährig* kontinuierlich gemessen. In Österreich ist dies z.B. bei kalorischen Kraftwerken der Fall, die in der Dampfkessel-Datenbank des Umweltbundesamtes zusammengefasst werden [RITTER & KÖNIG, 1997], [RITTER, 1997], [RITTER & GUGELE, 2000]. 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. 6 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.

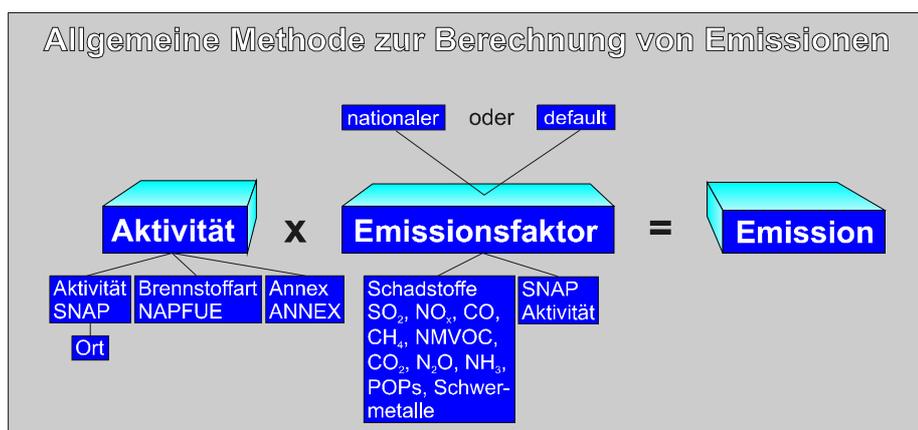


Abb.6: CORINAIR Berechnungsmethode [KÖNIG et al., 1997]

²³ 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 [EMEP TASK FORCE ON EMISSION INVENTORIES, 1999], [INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 1997] zurückgegriffen.

Der vorliegende Bericht repräsentiert den Stand bezüglich der Emissionsberechnungen Dezember 2000. Abweichungen zu vergangenen Berichten sind daher möglich, da diese den zum Zeitpunkt der Veröffentlichung gegebenen Stand der zugrundeliegenden Daten reflektieren.

4.2 Schadstoffe

Die Berechnungsmethode CORINAIR der European Environment Agency (EEA) bietet zur Zeit etwa die Möglichkeit 30 unterschiedliche Luftschadstoffe zu berechnen.

Die Liste der UNECE/CLRTAP-Berichtspflicht umfasst eine Liste von Luftschadstoffen mit Betonung auf deren grenzüberschreitender Wirkung. Dieser Bericht beschränkt sich auf jene Schadstoffe, die Österreich im Rahmen der internationalen Verpflichtung des UNECE/CLRTAP übermittelt hat (Abb. 7, Vorwort).

SO₂	SO ₂ und SO ₃ angegeben als SO ₂
NO_x	Stickstoffoxide (NO und NO ₂) angegeben als NO ₂
NM VOC²⁴	Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan und ohne Substanzen, die im Montreal Protokoll geregelt werden
CH₄	Methan
CO	Kohlenmonoxid
CO₂	Kohlendioxid
N₂O	Distickstoffmonoxid (Lachgas)
NH₃	Ammoniak
Cd	Kadmium
Hg	Quecksilber
Pb	Blei
PAH	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (nach US-EPA)
Dioxine	Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD)

Abb. 7: Schadstoffliste dieses Berichts

²⁴ Non-Methane Volatile Organic Compounds

4.3 Qualitätsmanagement

4.3.1 Akkreditierung

Das Umweltbundesamt hat - als Grundlage für eine im Jahr 2002 geplante Akkreditierung - im Oktober 1999 mit der Einführung eines Qualitätsmanagementsystems für den Bereich der Emissionsinventur begonnen. Die Akkreditierung des Arbeitsbereiches *Emissionsbilanzen* soll 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 45004:1995 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 im Rahmen der UNFCCC) entsprechen zu können.

Diese Anforderungen zeichnen sich folgendermaßen ab:

- Seitens der UNFCCC wurden verpflichtende Anforderungen zur Einhaltung von Qualitätssicherungsstandards bei der Erstellung von Emissionsbilanzen im Hinblick auf die Erfordernisse des Kyoto-Protokolles beschlossen. Dazu wurde bereits der Report on '*Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*' [INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2000] ausgearbeitet und von dem Unterorgan Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice (SBSTA) angenommen.
- Auch seitens der UNECE/CLRTAP gibt es Bestrebungen, aufgrund der geplanten Einführung absoluter Begrenzungen der Emissionen, erhöhte Qualitätsanforderungen an die Emissionsbilanzen zu stellen.

4.3.2 Dokumentation

Um die Forderungen der ÖNORM EN 45004 umsetzen zu können, wird das Umweltbundesamt ein Qualitätsmanagement-System einführen, das in einem Qualitätsmanagement-Handbuch dokumentiert ist. Dieses Handbuch soll eine genaue Dokumentation der Abläufe zur Erstellung der Inventur - unter Berücksichtigung der Methoden nach CORINAIR und IPCC sowie der Anforderungen, die sich aus dem *Good Practice Report* ergeben - beinhalten.

4.4 Verursachereinteilung

Das EMEP-Berichtsformat unterscheidet eine Reihe von Verursachern von Luftschadstoffemissionen entsprechend einer standardisierten Liste von Emittenten (SNAP²⁵). 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 Plants (*Kleinverbraucher*)
3. Combustion in Manufacturing Industry (*Industrie - pyrogene Emissionen*)
4. Production Processes (*Industrie - Prozeßemissionen*)
5. Extraction and Distribution of Fossil Fuels and Geothermal Energy (*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 Einteilung [RITTER & AHAMER, 1998] kam es vor allem zu Neuordnungen in den Emittentengruppen 10 (Landwirtschaft) und 11 (Sonstige).

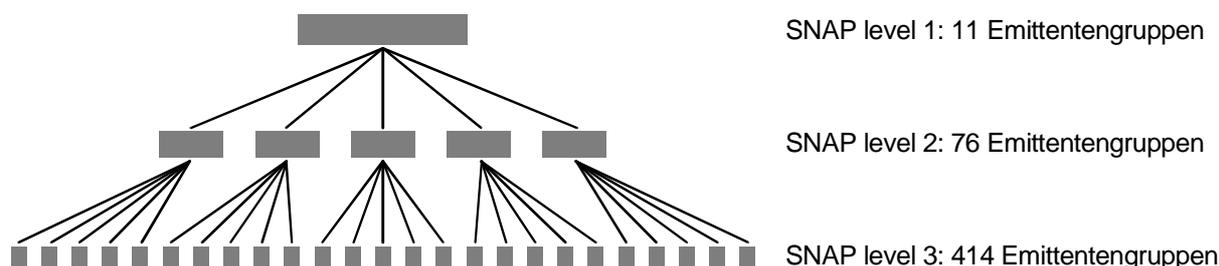


Abb. 8: SNAP Stufenaufbau

²⁵ SNAP: Selected Nomenclature of Air Pollutants

Aus Gründen der Übersichtlichkeit fassen die Graphiken dieses Berichtes die SNAP Gruppen 3, 4, 5, 6 und 9 zur Gruppe *Industrie*; sowie 7 und 8 zur Gruppe *Verkehr* zusammen²⁶.

Hauptverursacher für die graphische Darstellung dieses Berichts sind daher:

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

Die Detailergebnisse, vor allem für den Bereich Industrie, gehen aber keinesfalls verloren. Sie werden sowohl bei der Besprechung der relevanten Ergebnisse als auch im Anhang gesondert ausgewiesen und entsprechen dem EMEP-Berichtsformat.

Zur weiteren Definition der Hauptverursacher siehe auch das Kapitel 5.2 (Verursachertrends).

²⁶ Diese Einteilung lehnt sich an die Sektoren der Europäischen Umweltagentur an.

5 TREND - UND VERURSACHERANALYSE

Dieses Hauptkapitel des vorliegenden Berichtes präsentiert eine Trend- und Verursacheranalyse für Schadstoffemissionen in Österreich während der Jahre 1980 bis 1999. Der mengenmäßigen Darstellung der während dieses Zeitraumes emittierten Schadstoffe folgt eine Beschreibung der wichtigsten Verursachertrends sowie ein kurzer Überblick anhand der Umweltthemen Übersäuerung, Eutrophierung und Treibhauseffekt.

5.1 Schadstofftrends

Dieses Kapitel zeigt die Entwicklung des jährlichen Ausstoßes an Luftschadstoffen in Österreich von 1980 bis 1999 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 5.2.

5.1.1 Schwefeldioxid (SO₂)

SO₂ 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 SO₂ (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 in den 80er Jahren auf rund ein Viertel reduziert wurden (von 385.000 Tonnen 1980 auf ca. 90.000 Tonnen 1990), konnten insbesondere seit 1992 nur mehr schwache Abnahmen verzeichnet werden. Derzeit liegt der gesamte SO₂ Ausstoß bei rund 42.000 Tonnen.

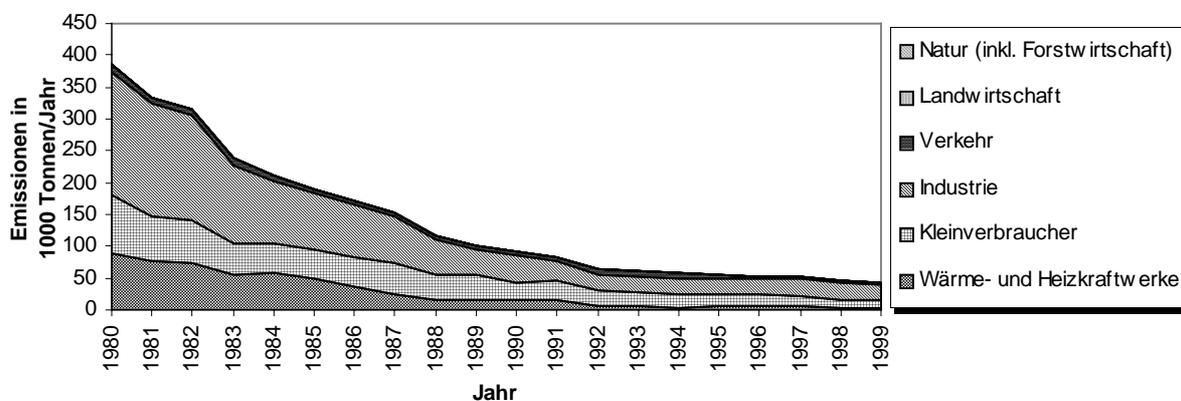


Abb. 9a: Luftschadstoffemissionen an SO₂ in Österreich von 1980 bis 1999

Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 2000, Umweltbundesamt

Ursachen für den Trend

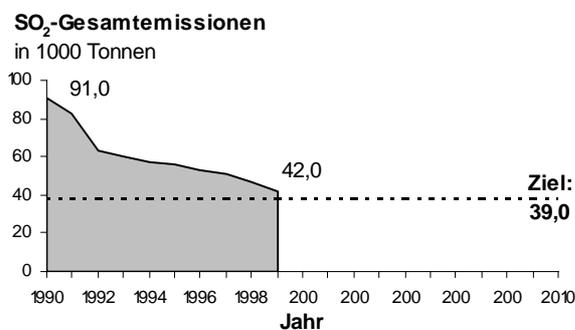
Grund für die starke Senkung der Emissionen seit 1980 ist die Absenkung des Schwefelanteils in Mineralölprodukten, der Einbau von Entschwefelungsanlagen in Kraftwerken sowie der verstärkte Einsatz von schwefelarmen Energieträgern (z.B. Erdgas). Ersteres wirkt sich in allen Bereichen aus, wo kalorische 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 SO₂-Emissionen des Verkehrs. Darüber hinaus brachten Entschwefelungsanlagen stark rückläufige Emissionen im Bereich der Wärme- und Heizkraftwerke.

In der Industrie wurden mit Beginn der 80er Jahre die SO₂-Emissionen u.a. durch strenge Umweltauflagen stark gesenkt. In den letzten Jahren wurden die Reduktionen vermehrt durch Änderungen des Brennstoffmixes erzielt (Umstellung auf Erdgas), sowie durch einen Rückgang stark energieintensiver Produktion (Grundstoffindustrie).

Charakteristisch für die Entwicklung des Energieverbrauches in den 1990er Jahren ist die Veränderung des Brennstoff-Mix von Kohle zu Gas. Während der Anteil der fossilen Energieträger insgesamt und der Anteil von Öl am Bruttoinlandsverbrauch in etwa konstant blieben, erhöhte sich der Gasanteil von 21 % auf 24 %. Parallel dazu verringerte sich der Anteil der Kohle am Bruttoinlandsverbrauch von 16 % auf 11 %.

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

Emissionsziel 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 60.000 Tonnen SO₂ eindeutig erreicht und darüber hinaus deutlich unterschritten. Die im Göteborg-Protokoll festgelegte Emissionsobergrenze für SO₂ von 39.000 Tonnen, wird zur Zeit noch überschritten.

Abb.9b: SO₂ Emissionen in Österreich ab 1990 mit Göteborg Reduktionszielobergrenze für 2010

5.1.2 Stickstoffoxide (NO_x)

NO_x 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_x 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 Landwirtschaft stagnieren demgegenüber.

Der Verkehr ist mit einem Anteil von 61% an den gesamten NO_x-Emissionen der mit Abstand größte Emittent. Zwischen 1980 und 1999 verringerten sich die Gesamtemissionen im Straßenverkehr um ca. 15%, wobei hier dem Sinken der Emissionen bei PKW's eine Zunahme der Emissionen von LKW's und Bussen über 3,5 Tonnen gegenübersteht. Eine besonders starke Zuwachsrate weist der Flugverkehr auf, wo sich die NO_x-Emissionen von 1980 auf 1999 fast verdreifacht haben (siehe auch Kapitel 5.2.4).

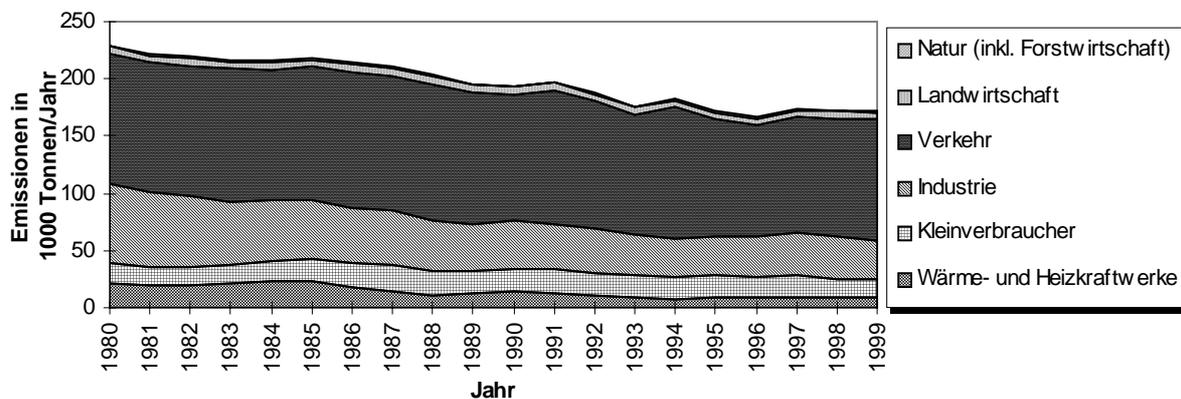


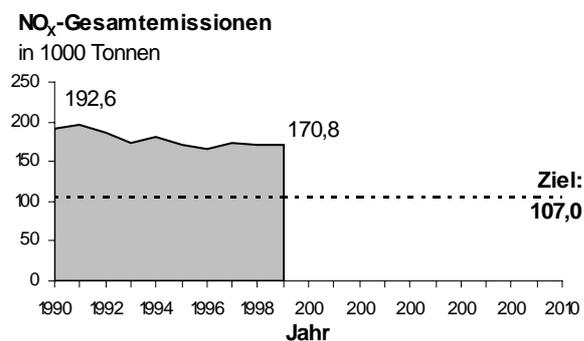
Abb. 10a: Luftschadstoffemissionen an NO_x in Österreich von 1980 bis 1999

Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 2000, Umweltbundesamt

Ursachen für den Trend

Obwohl sich der Schadstoffausstoß an Stickstoffoxiden pro Fahrzeug (pro gefahrenem Kilometer und verbrauchtem Liter Treibstoff) in den letzten Jahren kontinuierlich verkleinert hat, konnte die Gesamtemission des Sektors Verkehr in den letzten Jahren nicht verringert werden. 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_x Brennern als Gründe für eine Reduktion der Emissionen zu nennen.

Emissionsziel 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_x, die im Protokoll von Göteborg mit 107.000 Tonnen für 2010 festgelegt wurden zu unterschreiten, bedarf es allerdings noch deutlicher Mehranstrengungen, denn derzeit liegt der gesamte NO_x-Ausstoß bei rund 171.000 Tonnen.

Abb. 10b: NO_x Emissionen in Österreich ab 1990 mit Göteborg Reduktionszielobergrenze für 2010

5.1.3 Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC)

NMVOCs entstehen größtenteils beim Verdunsten von Lösemitteln und Treibstoffen, sowie durch die unvollständige Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen. NMVOC Emissionen aus dem Bereich Natur sind dem Wald (Emissionen aus Blättern und Nadeln) zuzuschreiben.

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

Trend

Eine deutliche Abnahme der NMVOC-Emissionen gab es in der ersten Hälfte der 90er Jahre. Am stärksten war sie im Sektor Verkehr, wo es vor allem im Bereich Straßenverkehr zwischen 1980 und 1999 zu einer 70%igen Reduktion kam. Auch die NMVOC-Emissionen aus Kleinverbrauch (-24%) und dem Lösemittelverbrauch (-9%) sanken.

Die NMVOC-Emissionen der Natur sind konstant geblieben. Sie sind von den Reduktionszielen nicht erfasst, da sie nicht vom Menschen verursacht werden (nicht anthropogen).

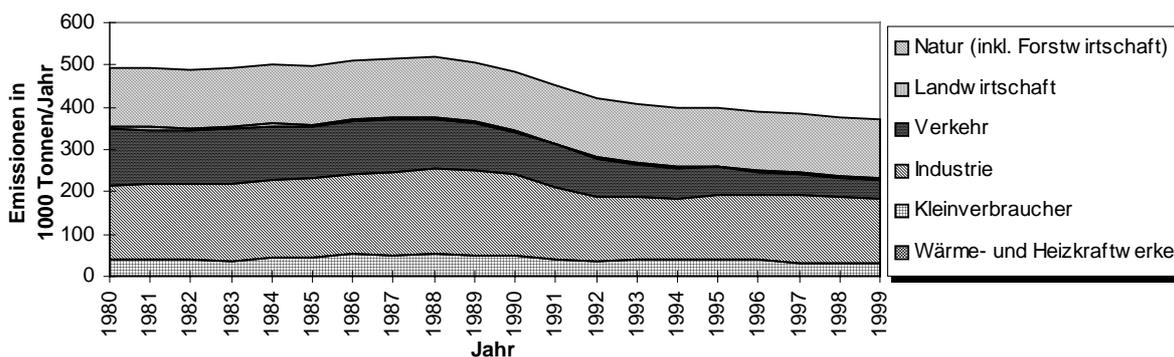


Abb. 11a: Luftschadstoffemissionen an NMVOC in Österreich 1980 - 1999

Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 2000, Umweltbundesamt

Ursachen

Die Reduktion der NMVOC-Emissionen ist hauptsächlich auf die Einführung strengerer Abgasgrenzwerte für PKW gemäß dem Stand der Technik (geregelter Katalysator), sowie auf den verstärkten Einsatz von Diesel-Kfz im PKW-Sektor zurückzuführen.

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.

Im Lösungsmittelbereich, dem Hauptverursacher der NMVOC-Emissionen, kam es zur Verringerung des Einsatzes von Lösungsmitteln durch die Verwendung von lösungsmittelarmen Produkten (Lösungsmittel- und Lackieranlagenverordnung).

UNECE/CLRTAP**NM VOC-Gesamtemissionen**

in 1000 Tonnen

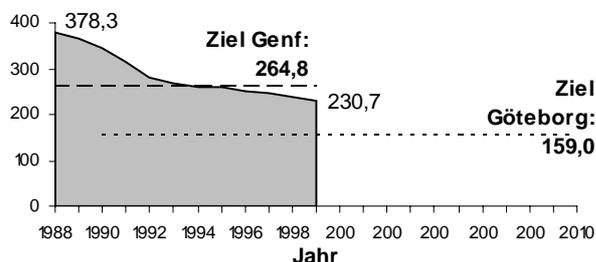


Abb. 11b: NM VOC Emissionen in Österreich ab 1988 mit Reduktionszielobergrenze Genf für 1999 und Reduktionszielobergrenze Göteborg für 2010

Im Rahmen des Genfer Protokolls 1991 zur UNECE/CLRTAP hat sich Österreich zu einer 30%igen Reduktion der nationalen NM VOC-Emissionen bis 1999, bezogen auf die Emissionen des Jahres 1988 verpflichtet. Ausgehend von den anthropogenen Emissionen von 378.300 Tonnen im Jahr 1988 erhält man für 1999 einen Sollwert von 264.800 Tonnen. Dieses Reduktionsziel wurde mit einem Emissionswert von 230.700 Tonnen erreicht und stellt somit eine 39%ige Reduktion dar.

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

5.1.4 Methan (CH₄)

Methan kommt als einem der Treibhausgase immer mehr Bedeutung zu.

Es entsteht hauptsächlich bei der Verdauung von Pflanzenfressern sowie beim Abbauprozess auf Deponien. Hauptverantwortliche Emissionssektoren sind damit die Landwirtschaft und die Industrie.

Zu beachten ist, dass nahezu der gesamte Ausstoß an CH₄ der Industrie aus dem Bereich Abfallbehandlung und Deponien stammt. Dieser Bereich wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit der Industrie zugerechnet (siehe Kapitel 4.4). Eine Unterscheidung dieser Bereiche kann aber dem Anhang entnommen werden.

Trend

Die CH₄-Emissionen sind durch einen leichten Anstieg bis Mitte der 80er Jahre sowie durch einen geringen Abfall in den 90er Jahren gekennzeichnet. So kam es zwischen 1980 und 1999 zu einer rund 14%igen Reduktion.

Die Landwirtschaft hat einen Anteil von 41% an den gesamten CH₄ Emissionen. Sie sind zum größten Teil der Tierhaltung zuzuordnen und hier wiederum den stoffwechselbedingten Emissionen der Rinderhaltung. Die Reduktion in diesem Bereich resultiert vorwiegend durch rückläufige Rinderstückzahlen seit 1990.

Die Industrie hat einen Anteil von 55% an den gesamten CH₄ Emissionen. Davon entfallen 98% auf Abfallbehandlung und Deponien.

Im Bereich der Emissionen aus Deponien kam es auf Grund der Ergebnisse neuerer Studien zu einer Neubewertung [HÄUSLER, 2000]. Die Abschätzung der Emissionen aus der

Deponierung erfolgt dabei auf Grundlage der Zusammensetzung aller Abfälle, ausgenommen Restmüll und ihres Deponiegaspotentials.

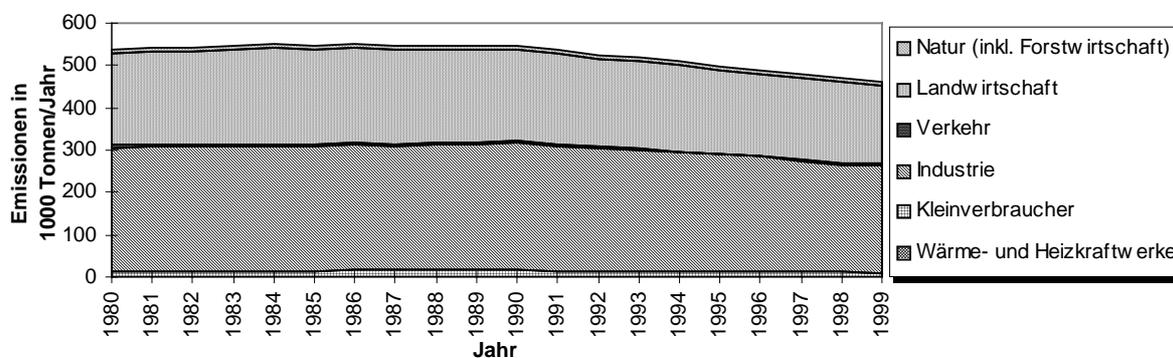


Abb. 12: Luftschadstoffemissionen an CH_4 in Österreich 1980 - 1999

Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 2000, Umweltbundesamt

Ursachen

Wenige Maßnahmen wurden bisher getroffen, um gezielt Emissionen von CH_4 zu verringern. Im Bereich der Landwirtschaft kam es zwar zu zahlreichen Umstellungen bei der Viehhaltung, ein vollständiger Einfluss auf die CH_4 -Emissionen der Gesamtinventur für Österreich konnte bisher allerdings mangels einschlägiger Untersuchungen noch nicht nachgewiesen werden.

Die steigende Gaserfassungsrate bei den Deponien führte zu einer Abnahme der Emissionen (bei konstant entstehender Gasmenge) ab dem Jahr 1983.

5.1.5 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, welche seit dem Bezugsjahr 1980 um 51% reduziert werden konnten. Besonders stark ist der Rückgang im Verkehrsbereich, hier kam es zu einer fast 70%igen Reduktion, während es in den anderen Bereichen nur leichte Abnahmen zu verzeichnen gibt.

Derzeit liegen die gesamten CO-Emissionen bei rund 865.000 Tonnen.

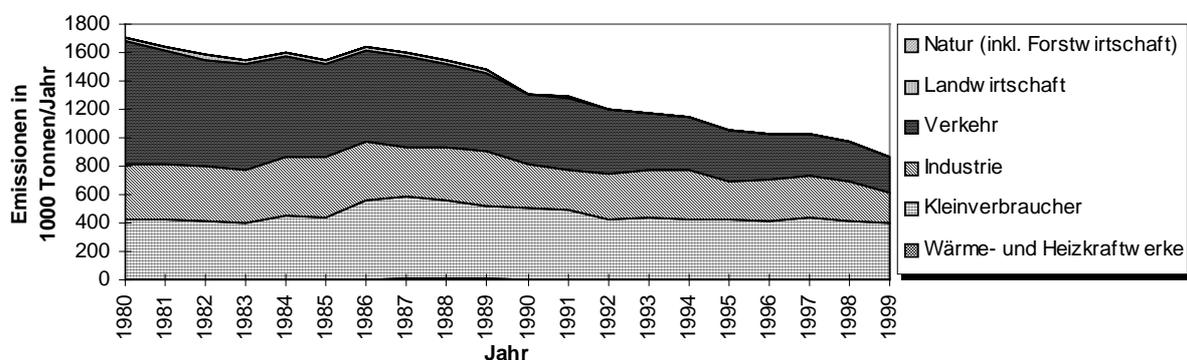


Abb. 13: Luftschadstoffemissionen an CO in Österreich 1980 - 1999

Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 2000, 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 eher stagnierenden Emissionen der Eisen- und Stahlindustrie dominiert (etwa ein Viertel der österreichischen Gesamtemissionen fallen hier an).

Im Bereich der Haushalte (Kleinverbraucher) sind vor allem die teilweise noch bestehenden veralteten Biomasseheizungen für hohe CO Emissionen verantwortlich.

5.1.6 Kohlendioxid (CO₂)

CO₂ entsteht überwiegend durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe wie Erdgas, Erdöl und Kohle.

Zu beachten ist, dass für diese Trendbetrachtung CO₂-Senken nicht berücksichtigt werden. Diese können dem Anhang entnommen werden. Zu den Senken trägt vor allem die Netto-Aufnahme von CO₂ durch den österreichischen Waldbestand bei (CO₂ Aufnahme abzüglich Holzernte). Der österreichische Waldbestand hat laut der wiederkehrenden österreichischen Forstinventur im betrachteten Zeitraum zwar zugenommen, die Zunahme zeigt aber seit 1990 eher fallende Tendenz.

Zu beachten ist außerdem, dass aufgrund der Bestimmungen des Berichtsformats die CO₂-Emissionen durch die Verbrennung von biogenen Brenn- und Treibstoffen nicht der Gesamtemission zugerechnet werden. Biomasse wird als kohlenstoffneutral betrachtet, da die Emissionen über die CO₂-Senken bilanziert werden.

Trend

Im betrachteten Zeitraum von 1980 bis 1999 liegt kein einheitlicher Trendverlauf der Gesamtemissionen vor. Seit 1993 steigen die CO₂-Emissionen allerdings stetig bis 1997 an. In den letzten beiden Jahren stagnieren die Emissionen nun bei ca. 65 Millionen Tonnen.

CO₂-Emissionen sind in einem sehr starkem Ausmaß von dem Brennstoffeinsatz abhängig. Überarbeitete Brennstoffenergiebilanzen der letzten drei Jahre wirken sich daher auch deutlich auf die entsprechenden CO₂-Emissionen aus.

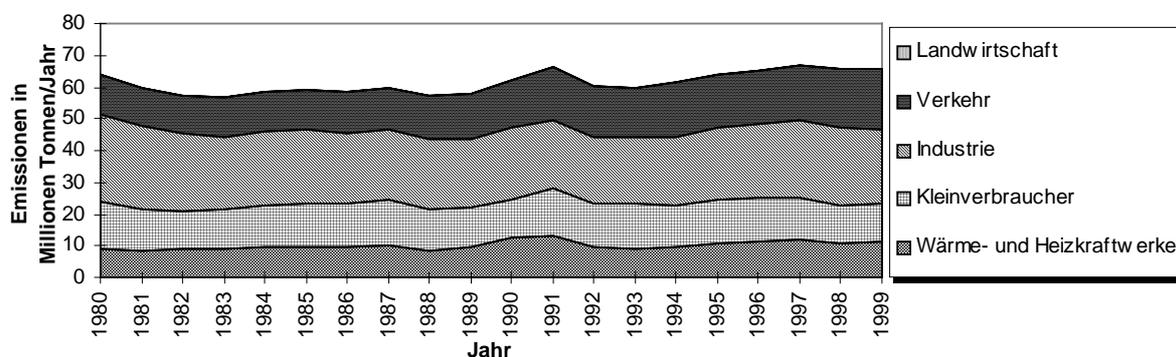


Abb. 14: anthropogene Luftschadstoffemissionen an CO₂ in Österreich 1980 - 1999

Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 2000, Umweltbundesamt

Ursachen

Die CO₂-Emissionen entwickeln sich in etwa parallel zu dem Einsatz fossiler Energie in Österreich. Die Verbrennung von Biomasse und Abfall trägt nicht zu CO₂-Emissionen (im Sinne der UNFCCC) bei, da die CO₂-Emissionen aus nachwachsenden Rohstoffen nicht den Gesamtemissionen zugerechnet werden. Sie gelten als "CO₂-neutral", da diese Emissionen direkt bei der Waldbestandsänderung eingerechnet werden.

Die Emissionen von Kohlendioxid nehmen, bezogen auf die Emissionen des Jahres 1990 in Österreich sowie in den meisten westlichen Industriestaaten und global weiter zu. Ohne einer drastischen Trendumkehr wird sowohl das von Wissenschaftlern aufgestellte Toronto-Ziel²⁷ als auch die Stabilisierung der CO₂-Emissionen gemäß dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC) deutlich verfehlt werden.

²⁷ Absenkung der CO₂-Emissionen des Jahres 1988 bis zum Jahr 2005 um 20%.

5.1.7 Distickstoffoxid (N₂O)

N₂O, das auch unter dem Begriff „Lachgas“ bekannt ist, entsteht vorwiegend durch Abbauprozesse von stickstoffhaltigem Dünger, sowie als Reaktionsprodukt beim KFZ-Katalysator. Hauptverursacher der anthropogenen N₂O-Emissionen sind somit die Landwirtschaft und der Verkehr.

Lachgas wird weiters bei den Prozessen der Denitrifikation und Nitrifikation durch Mikroorganismen in Böden und Gewässern freigesetzt. Es ist oft schwierig, die natürlichen von den anthropogenen Emissionen zu unterscheiden. Durch die landwirtschaftlichen Stickstoffeinträge verursachte zusätzliche Emissionen werden als anthropogen betrachtet.

N₂O zählt zu den Treibhausgasen. Emittiertes Lachgas verbleibt während gut 100 Jahren in der Atmosphäre und trägt dort zur Verstärkung des Treibhauseffektes bei.

Trend

Die N₂O-Emissionen haben seit Ende der 80er Jahre signifikant zugenommen. Dafür sind vor allem erhöhte Emissionen im Bereich des Verkehrs verantwortlich.

Der weitaus größere Teil der Emissionen aus gedüngten landwirtschaftlichen Flächen ist demgegenüber annähernd konstant geblieben. Ab 1995 stagnieren die anthropogenen N₂O-Emissionen bei rund 7.300 Tonnen.

Da sich die Bodenflächen des österreichischen Waldbestandes kaum geändert haben, sind die N₂O-Emissionen der natürlichen Quellen ab 1980 konstant geblieben. Eine Änderung ist auch in den nächsten Jahren nicht zu erwarten.

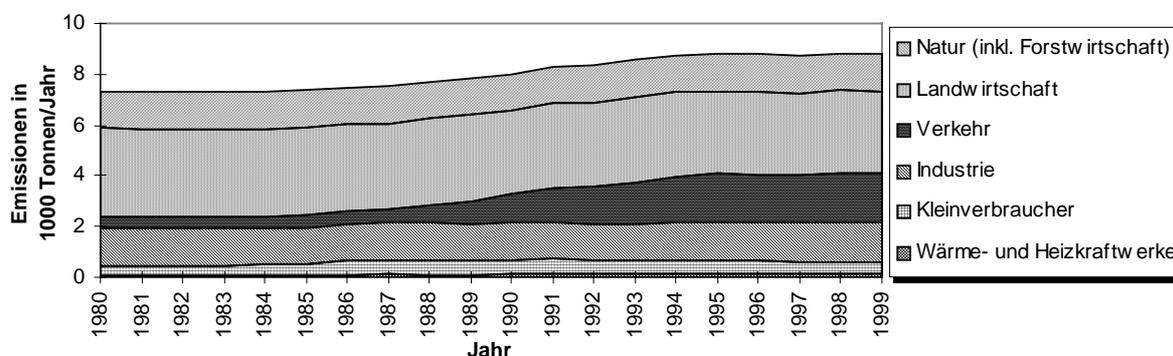


Abb. 15: Luftschadstoffemissionen an N₂O in Österreich 1980 - 1999

Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 2000, Umweltbundesamt

Ursachen

Die schrittweise Einführung des Katalysators bei Kraftfahrzeugen hat zu einer Zunahme der N₂O-Emissionen ab 1988 geführt. N₂O entsteht bei Gebrauch von Fahrzeugen mit Katalysatoren als ein Nebenprodukt der Reduktion von NO_x.

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.

5.1.8 Ammoniak (NH₃)

NH₃ entsteht hauptsächlich durch den Abbau von Gülle sowie als Reaktionsprodukt des KFZ-Katalysators. Hauptquellen sind somit wie bei N₂O die Landwirtschaft sowie der Verkehr.

Trend

Die NH₃-Emissionen waren in den 80er Jahren relativ gleichbleibend bei rund 80.000 Tonnen. Sie haben seit 1990 eine sinkende Tendenz und derzeit beträgt die Gesamtemission ca. 70.000 Tonnen. Der Trendverlauf wird von der Landwirtschaft dominiert. Leicht beeinflusst wird der Trend ab 1990 durch die ansteigenden NH₃-Emissionen des Verkehrs als Nebeneffekt der Einführung des KFZ-Katalysators.

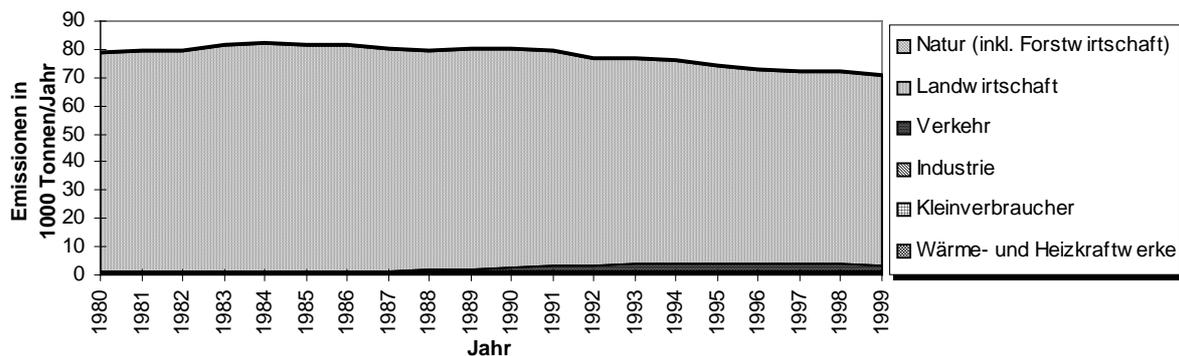


Abb. 16a: Luftschadstoffemissionen an NH₃ in Österreich 1980 - 1999

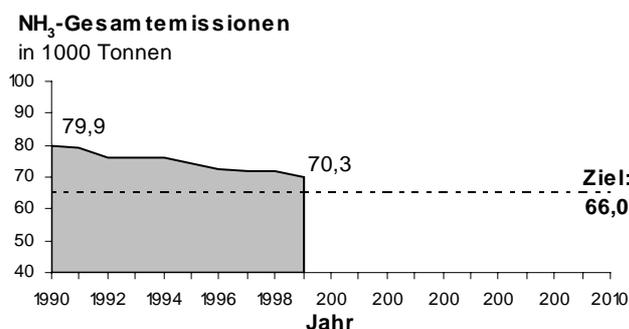
Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 2000, Umweltbundesamt

Ursachen

Die Art des Güllemanagements in der Landwirtschaft hat einen entscheidenden Einfluss auf die entstehenden NH₃-Emissionen. In der Emissionsbilanz werden bisher nur Änderungen der Menge der anfallenden Gülle berücksichtigt, nicht jedoch solche im Güllemanagement, weshalb die Emissionen der Landwirtschaft als annähernd konstant ausgewiesen werden.

Stark verändert haben sich hingegen die Emissionen im für die Gesamtemissionen weniger bedeutsamen Bereich Verkehr. Die Einführung des Katalysators hat bei benzinbetriebenen Fahrzeugen einen deutlichen Anstieg der NH₃-Emissionen Anfang der 90er Jahre bewirkt. Sie sind seither in diesem Sektor in etwa gleich geblieben.

UNECE/CLRTAP



Die Obergrenze für die anthropogene NH₃-Emissionen wurde im Protokoll von Göteborg mit 66.000 Tonnen für das Jahr 2010 festgelegt. Um dies zu erreichen, müssten die Emissionen ab 1999 noch um über 4.000 Tonnen reduziert werden.

Abb. 16b: NH₃ Emissionen in Österreich ab 1990 mit Göteborg Reduktionszielobergrenze für 2010

5.1.9 Kadmium (Cd)

In nennenswerten Mengen ist Kadmium in erster Linie in den Brennstoffen Holz²⁸ 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 1999 um mehr als zwei Drittel gesunken. Deutlichsten Anteil an diesem Rückgang haben dabei die Industrie (-82%) und die Kleinverbraucher (-51%).

Während die Emissionen der Schwermetalle für die Jahre 1985, 1990 und 1995 im Rahmen einer Studie [WINDSPERGER et al., 1999] erhoben wurden, so sind die Angaben der dazwischenliegenden Jahre auf dieser Basis abgeschätzt worden [BICHLER, B. 2000]. Ab 1996 erfolgte eine Fortschreibung der Emissionsfaktoren von 1995, in Einzelbereichen der Industrie erfolgte allerdings eine Aktualisierung.

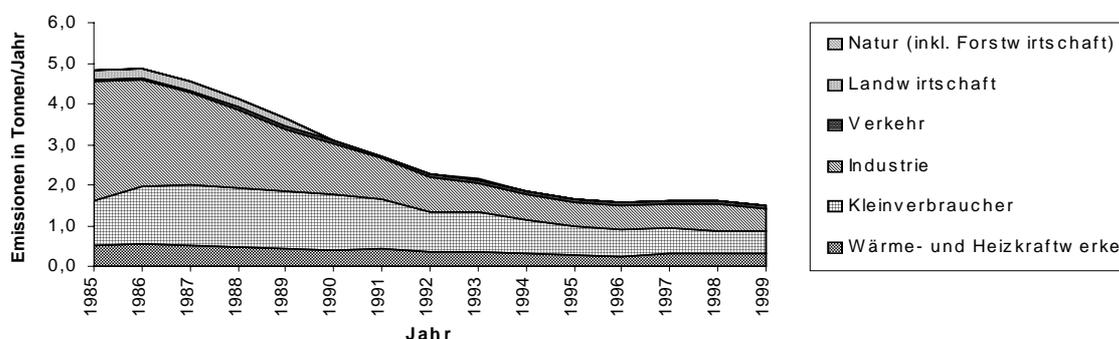


Abb. 17: Luftschadstoffemissionen an Cd in Österreich 1985-1999

Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 2000, 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 1999 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 (insb. Heizöl Schwer)
- Verbrennung von Brennholz in Kleinf Feuerungsanlagen
- Eisen- und Stahlerzeugung
- Verbrennung von Koks und Kohle
- Reifenabrieb LKW
- Zementerzeugung

²⁸ Kadmium kommt nicht natürlich im Holz vor. Es wird über den Boden im Austausch zum chemisch relativ ähnlichen (essentiellen) Zink aufgenommen.

5.1.10 Quecksilber (Hg)

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

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

Trend

Quecksilber: Die Emissionen sanken zwischen 1985 und 1999 um ca. 72%. Wesentlich ist dabei der Rückgang in der Industrie mit 81%. Zur Zeit stellen die Verbrennungsprozesse in den Sektoren Kleinverbraucher, Industrie und Wärme- und Heizkraftwerke sowie die Eisen- und Stahlerzeugung die Hauptquellen der Emissionen dar.

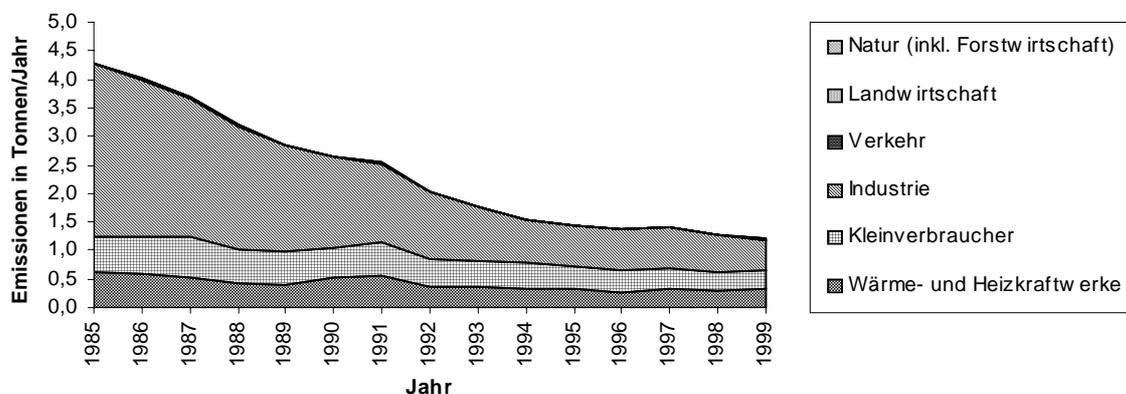


Abb. 18: Luftschadstoffemissionen an Hg in Österreich 1985-1999

Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 2000, 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 im Bereich Industrie - Prozeßemissionen 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 sind:

- Verbrennung von Koks und Kohle
- Verbrennung von Heizöl (insb. Heizöl Schwer)
- Verbrennung von Brennholz
- Eisen- und Stahlerzeugung
- Abfallverbrennung – Hausmüll

5.1.11 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 1999 von ca. 90% 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 bei der Abfallverbrennung zurückzuführen. Zur Zeit stellen der Verkehr, Stahl-, Glaserzeugung und die Verbrennungsprozesse die Hauptquellen der Emissionen dar.

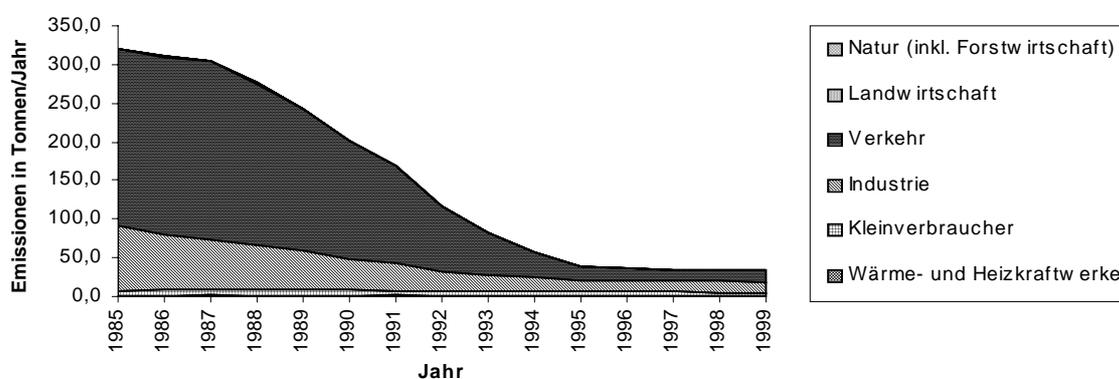


Abb. 19: Luftschadstoffemissionen an Pb in Österreich 1985- 1999

Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 2000, 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 71% der Hauptemittent der Bleiemissionen. Dieser Anteil sank, durch eine Reduktion in diesem Sektor um 215 Tonnen, bis zum Jahr 1999 auf ca. 42% ab.

Die verbesserte Abluftreinigung bei der Eisen- & Stahlerzeugung sowie bei der Abfallverbrennung sind für den Rückgang der Emissionen im Bereich Industrie - Prozeßemissionen 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 (insb. Heizöl Schwer)

5.1.12 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 haben ab 1990 betrachtet nur einen leichten Rückgang zu verzeichnen (-16%). 95% der Emissionen entstehen in Kleinf Feuerungsanlagen, hier wiederum ist die Holzfeuerung hauptverantwortlich für den Ausstoß von PAHs. Geringe Anteile weisen der Verkehr (4%) und die Produktionsprozesse der Eisen- und Stahlindustrie (1%) auf.

Zu Ergänzungen gegenüber dem Vorgängerbericht kam es in erster Linie durch schliessen der Zeitreihe bis 1990. Die zur Emissionsberechnung verwendeten Emissionsfaktoren beruhen auf einer vom Umweltbundesamt in Auftrag gegebenen Studie [SCHEIDL, 1996]. Die hier vorgestellten Ergebnisse stützen sich auf Trendfortschreibungen mit Hilfe aktualisierter Aktivitätsdaten. Dies ist bei der Interpretation der Emissionsdaten zu berücksichtigen.

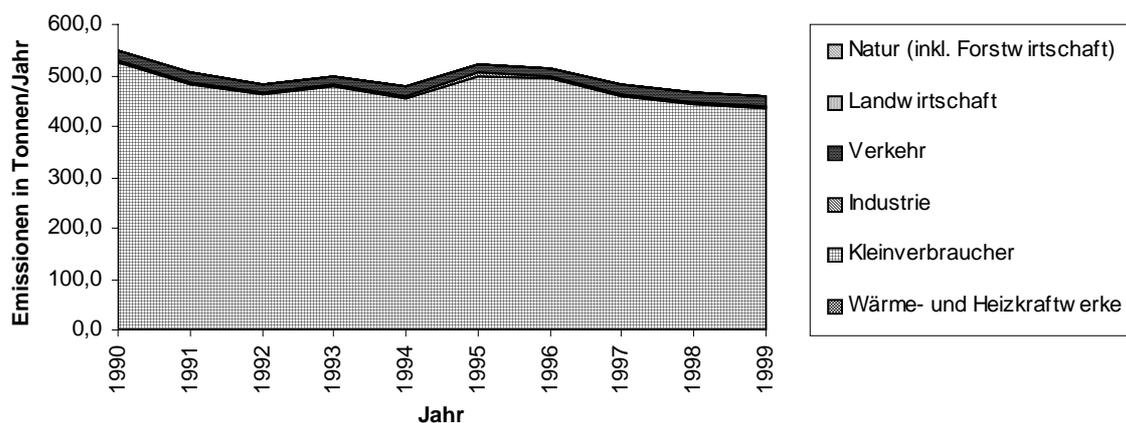


Abb. 20: Luftschadstoffemissionen an PAH in Österreich 1990 – 1999

Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 2000, 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.

5.1.13 Dioxine

Dioxine ist eine Sammelbezeichnung für insgesamt 210 chemisch verwandte Substanzen, die zur Gruppe der persistenten organischen Verbindungen gehören. Sie umfassen 75 polychlorierte Dibenz-p-dioxine (PCDD) und 135 polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) mit ähnlichen Eigenschaften (Kongenere).

PCDD/F treten als unerwünschte, manchmal auch unvermeidbare Verunreinigungen im Spurenbereich in einer Vielzahl von industriellen und thermischen Prozessen auf. Hauptemittenten in Österreich sind der private Hausbrand und der Verkehr.

Trend

Die Dioxinmissionen in Österreich weisen ab dem Berichtsjahr 1990 einen Rückgang von 45% auf, wobei die stärkste Reduktion bis 1994 stattfand.

Den größten Beitrag zur Dioxingesamtemission in Österreich liefern die Kleinf Feuerungsanlagen der Haushalte und der Land- und Forstwirtschaft und hier wiederum die Verbrennung von festen Brennstoffen in Einzelofenheizungen. Anhand einer Studie [FTU GmbH, 2000] wurden Emissionsfaktoren durch Messungen an Anlagen unter praxisnahen Bedingungen unter Berücksichtigung der österreichischen Heizungsstruktur ermittelt. Daraus resultieren wesentlich höhere Emissionen aus dem Hausbrand als bisher angenommen. Die Gesamtemissionen mussten damit gegenüber dem Vorgängerbericht [HÜBNER, 1999] nahezu verdoppelt werden.

Die Emissionen aus der Industrie sind vorwiegend dem Sintervorgang in der Eisen- und Stahlerzeugung zuzuschreiben. Sie weisen seit 1990 einen Rückgang von ca. 61% auf. Ihr Anteil an den Gesamtemissionen liegt bei rund 12%.

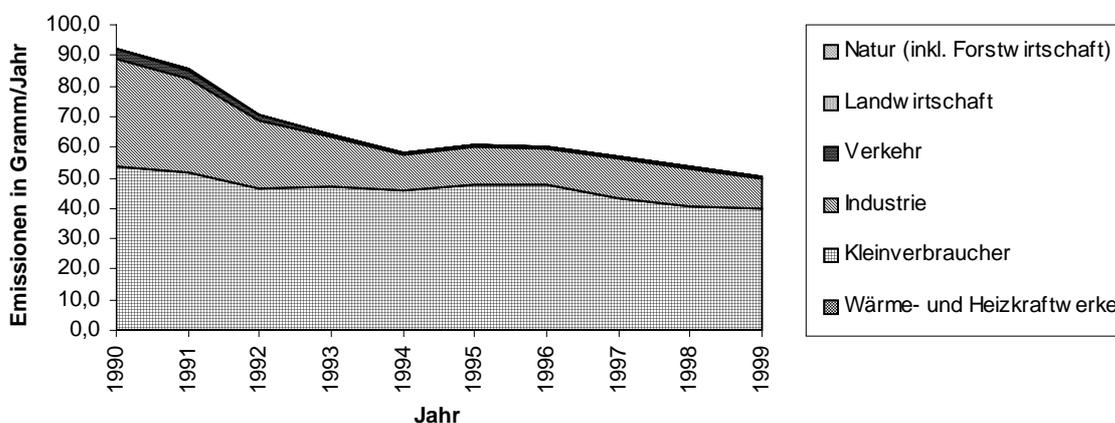


Abb. 21: Luftschadstoffemissionen an Dioxine in Österreich 1990 – 1999

Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 2000, Umweltbundesamt

Ursachen

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

Ein beträchtlicher Teil des Emissionsrückganges vor 1994 ist auf die Reduktion bei Sinteranlagen zurückzuführen (Einsatz eines Hochleistungswäschers zur Abgasreinigung).

Der starke Rückgang der Emissionen im Verkehrsbereich steht in Zusammenhang mit dem Verbot des Einsatzes von verbleitem Benzin. Der Straßenverkehr stellte 1990 noch eine relevante Dioxinemissionsquelle dar, weil zum einen der Einsatz verbleiter Treibstoffe noch weit verbreitet war, zum anderen die Katalysatortechnik den Kraftfahrzeugbestand noch nicht in jenem Maße durchdrungen hatte wie 1994.

Im Bereich Kleinf Feuerungsanlagen ist langfristig ein Sinken der Dioxinemissionen zu erwarten. Dies beruht vor allem auf der Umstellung von Einzelöfen auf Zentralheizungsanlagen. Ein wesentlicher Einflussfaktor ist aber auch im Brennstoffverbrauch und im Brennstoffmix zu sehen.

5.2 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 1999 eingegangen.

5.2.1 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 SO₂, NO_x und CO₂ bei und darüber hinaus auch zu den Schwermetallemissionen von Cd und Hg. Von 1980 bis 1999 nehmen dabei die Anteile an der Gesamtemission von SO₂ und NO_x ab, während jene von CO₂ im Vergleich 1980 – 1990 zugenommen haben. Die Anteile an Cd und Hg nehmen zu und liegen derzeit bereits bei über 20%.

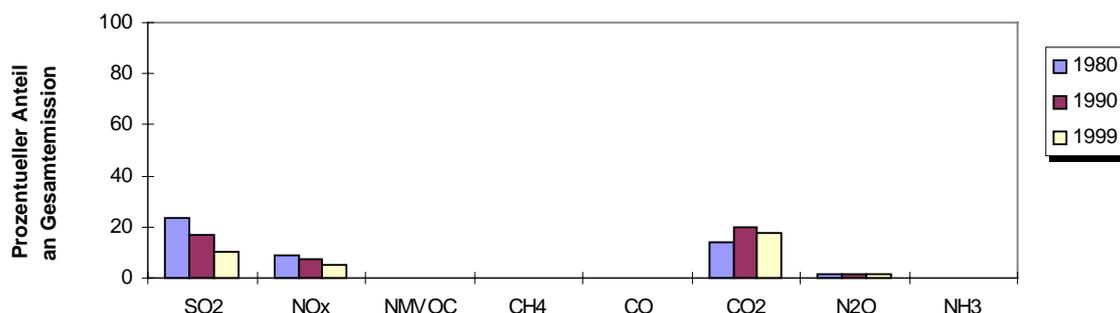


Abb. 22a: Anteilsvergleich an den Gesamtemissionen 1980, 1990 und 1999

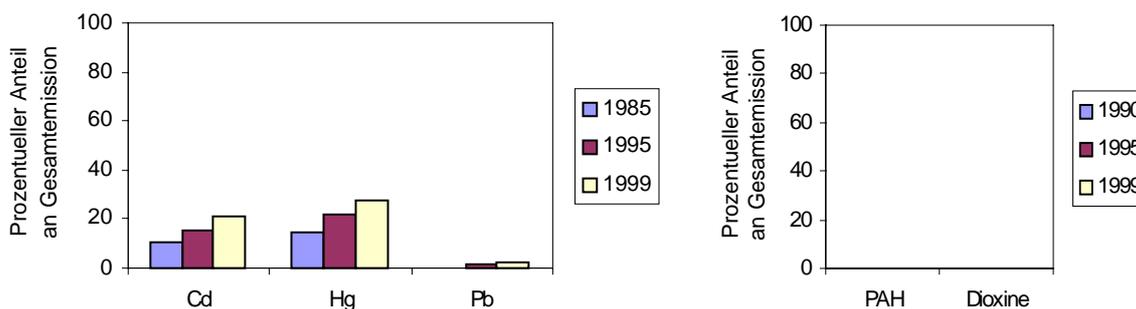


Abb. 22b: Anteilsvergleich an den Gesamtemissionen (Schwermetalle und POPs)

Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 2000, Umweltbundesamt

Ursachen

Im Vergleich mit anderen Staaten führt der relativ hohe Anteil an Wasserkraft und Biomasse bei der Energieerzeugung zu einem relativ niederen CO₂-Anteil an den Gesamtemissionen. Trotzdem führte die stete Zunahme des Stromverbrauchs auch in Österreich zu steigenden CO₂-Anteilen der Wärme- und Heizkraftwerke.

Der Rückgang des Anteils bei den Schadstoffen SO₂ und NO_x kann dadurch begründet werden, dass hier Maßnahmen zur Luftreinhaltung gegriffen haben. Die deutliche Reduktion der SO₂- und NO_x-Emissionen von 1980 auf 1999 ist zum Großteil dem derzeit geltenden *Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen*²⁹ 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) [RITTER & KÖNIG, 1997], [RITTER, 1997], [RITTER & GUGELE, 2000].

Diese Umstellungen bewirkten, dass dem Energiesektor für die Gesamtemissionen Österreichs bezüglich SO₂ und NO_x eine verringerte Bedeutung zukommt. Bezüglich den Emissionen von NMVOC, CH₄, CO, N₂O und NH₃ 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 1999 deutlich gestiegen.

²⁹ Bundesgesetz vom 23. Juni 1988 zur Begrenzung der von Dampfkesselanlagen ausgehenden Luftverunreinigungen, BGBl. Nr. 380/1988 idF: BGBl. I Nr. 115/1997

5.2.2 Kleinverbraucher

Die Gruppe der Kleinverbraucher umfasst Emissionen aus der Verbrennung in Haushalten, im Kleingewerbe sowie in öffentlichen Gebäuden (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, SO₂, CO₂, NO_x 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 an den Gesamtemissionen in Österreich zeigen dabei in der Tendenz ein stagnierendes und nur mit Ausnahme von CO ein leicht abnehmendes Verhalten.

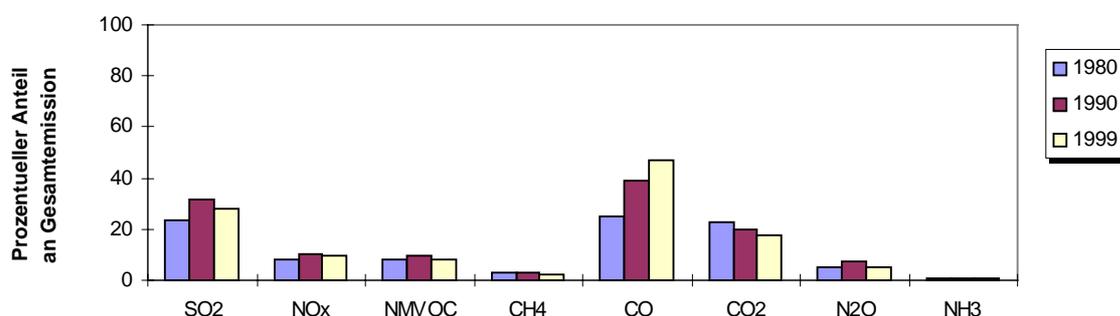


Abb. 23a: Anteilsvergleich an den Gesamtemissionen 1980, 1990 und 1999

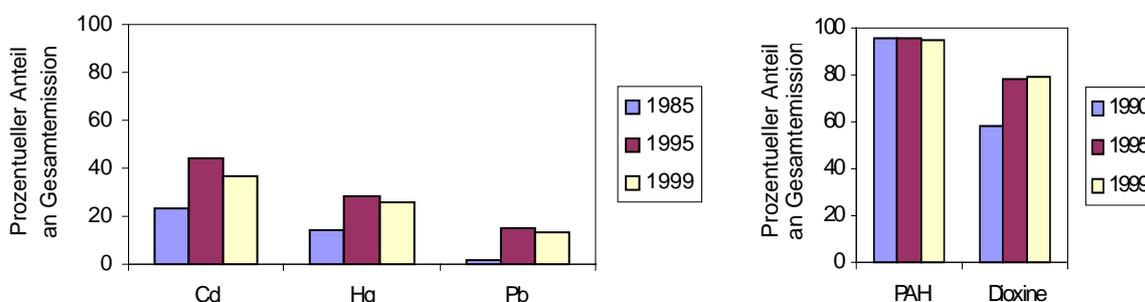


Abb. 23b: Anteilsvergleich an den Gesamtemissionen (Schwermetalle und POPs)

Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 2000, Umweltbundesamt

Ursachen

Österreich hat im Bereich der Haushalte einen international gesehen relativ hohen Anteil an Holzfeuerungen. Dies ist zwar günstig im Hinblick auf die CO₂-Bilanz, eine teilweise noch bestehende veraltete Biomasseteknologie trägt aber andererseits dazu bei, dass die Anteile der Emissionen an NMVOC, CO, Cd, Hg, PAH und Dioxin relativ hoch liegen.

Der Anteil der CO-Emissionen der Haushalte an den Gesamtemissionen hat den größten Anstieg. Dies allerdings hauptsächlich deswegen, weil die CO-Gesamtemissionen noch stärker als jene der Haushalte zurückgegangen sind (Absolutangaben: siehe Anhang).

5.2.3 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 der Verteilungskette. Auch die Lösemittelmissionen wurden in diese Gruppe mitaufgenommen. Sie werden aber bei den NMVOC-Emissionen gesondert besprochen, da sie praktisch außer NMVOC keine anderen Emissionen verursachen.

Die Emissionen von Abfallbehandlung und Deponien werden aus Gründen der Übersichtlichkeit in diesem Bericht ebenfalls der Industrie zugerechnet. Diese verursachen praktisch nur CH₄-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 SO₂, CO₂, NMVOC, CH₄, CO, NO_x, Cd, Hg und Pb. Obwohl es bei Absolutwerten nur bei N₂O zu einer leichten Steigerung kam, fällt der Trend der Anteile der anderen berichteten Schadstoffe an der Gesamtemission sehr unterschiedlich aus. Nachfolgende Abbildungen geben einen Überblick.

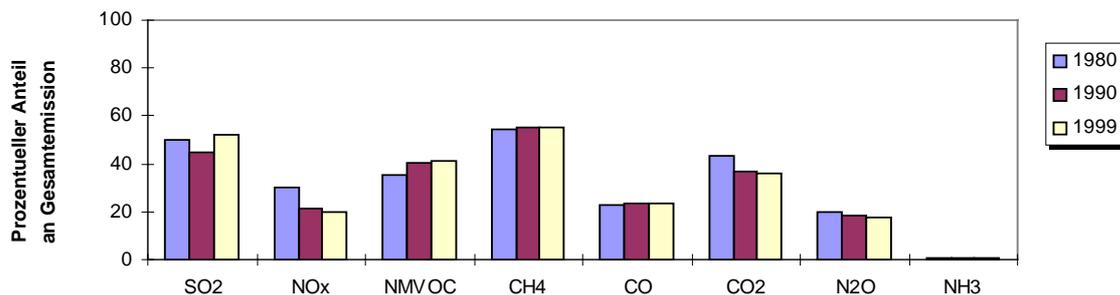


Abb. 24a: Anteilsvergleich an den Gesamtemissionen 1980, 1990 und 1999

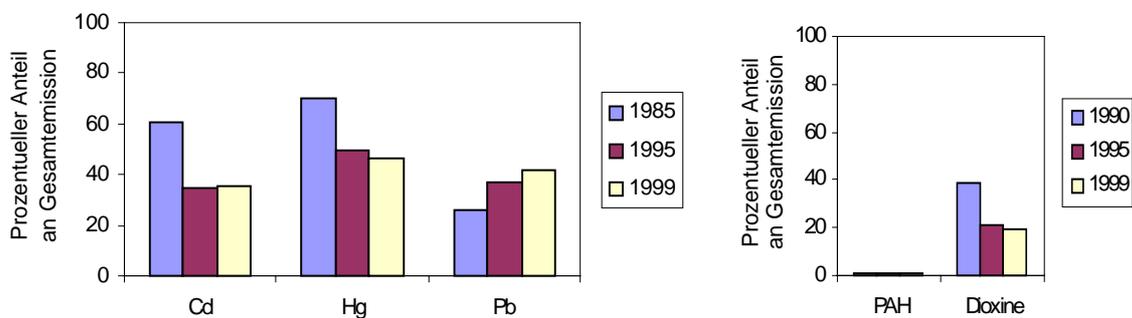


Abb. 24b: Anteilsvergleich an den Gesamtemissionen (Schwermetalle und POPs)

Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 2000, Umweltbundesamt

Ursachen

Bei NMVOC werden die Emissionen fast ausschließlich durch die Verwendung von Lösungsmitteln verursacht, während die CH₄-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 SO₂-Emissionen in der Industrie u.a. durch strenge Umweltauflagen stark gesenkt. In den letzten Jahren kam es in vielen Fällen zu einer Änderung des Brennstoffmixes. So substituierten viele Betriebe Kohle oder Öl durch Erdgas.

Der Anteil der NO_x-Emissionen der Industrie an den Gesamtemissionen konnte demgegenüber stärker reduziert werden. Am Anfang der 90er Jahre kam es hier zu einer Reduktion von etwa 15 – 20%. Zu den wichtigsten NO_x-Emittenten zählen die Zementindustrie, die Raffinerie, die Eisen- und Stahlherzeugung 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 Abnahme zu verzeichnen war.

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

Der Anteil der Industrie an den Hg-Emissionen ist rückläufig, der Pb-Anteil ist jedoch in den letzten Jahren gestiegen. 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 Stahlherzeugung signifikant gesunken sind. Der Anstieg des Anteils in den letzten Jahren ist durch den noch stärkeren Rückgang der Pb-Emissionen des Verkehrs erklärbar.

Bei Hg ist der Anteil durch die Chlor-, Eisen- und Stahl- und Zementherzeugung bedingt, wobei vor allem die Zementindustrie ihre Hg-Emissionen stark verringern konnte. Der Rückgang der Chlorproduktion in Österreich und eine 1998 vorgenommene Verfahrensumstellung bei der einzigen Anlage zur Herstellung von Chlor in Österreich brachte einen bedeutenden Rückgang der Hg-Emissionen in diesem Sektor.

Hauptverantwortlich für den hohen Anteil der Industrie an den Cd-Emissionen sind die Prozesse in der Stahl-, sowie der Zement- und Glaserzeugung.

Der Anteil der Industrie an den Dioxinmissionen ist stark gesunken, maßgebliche Ursache dafür ist der große Rückgang der Emissionen in der Sinterproduktion im Bereich der metallherzeugenden Industrie.

5.2.4 Verkehr

Der Verkehrssektor erfasst neben den Emissionen des Straßenverkehrs weiters jene des nationalen Flugverkehrs, der Schifffahrt, der Eisenbahn, des Militärs sowie sonstiger "Off-Road" Fahrzeuge (vor allem Bau- und Landwirtschaftsmaschinen).

Bei der Darstellung der Emissionen ist eine Besonderheit des EMEP-Berichtsformates im Bereich des Flugverkehrs zu beachten. Emissionen, welche von Flugzeugen im internationalen Flugverkehr über 1000 Meter Höhe verursacht werden, sind in der Emissionsbilanz nicht berücksichtigt. Dies führt zu einer Nichtbeachtung eines beträchtlichen Teils der Emissionen des gesamten Flugverkehrs. Auch in der nationalen Emissionsbilanz gemäß der UNFCCC bleiben die Emissionen des internationalen Flugverkehrs derzeit unberücksichtigt³⁰.

Hauptschadstoffe und Trend

Der Verkehr trägt speziell bei den Schadstoffen NO_x, CO, CO₂, NMVOC, N₂O und Pb beträchtlich zu den Gesamtemissionen bei. Dieser Anteil sinkt bei den Schadstoffgruppen CO, NMVOC und Pb, während bei den Schadstoffen N₂O, NO_x, CO₂ und NH₃ ein Anstieg zu verzeichnen ist.

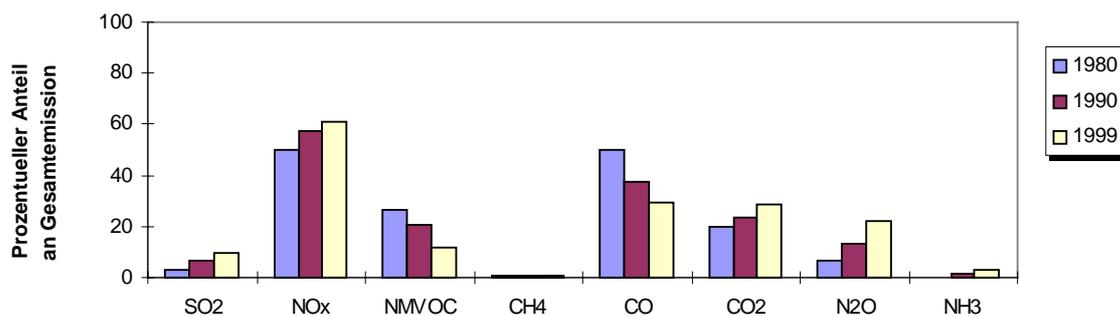


Abb. 25a: Anteilsvergleich an den Gesamtemissionen 1980, 1990 und 1999

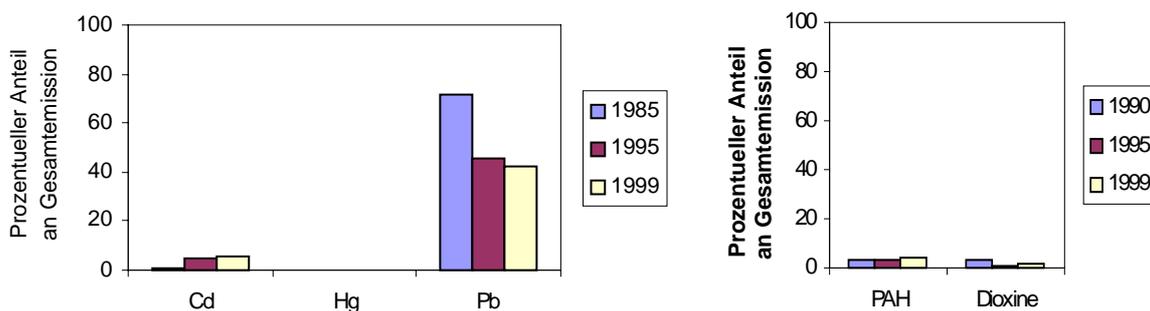


Abb. 25b: Anteilsvergleich an den Gesamtemissionen (Schwermetalle und POPs)

Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 2000, Umweltbundesamt

³⁰ Die UNFCCC berücksichtigt zur Zeit in ihrer Inventur nur nationalen Flugverkehr (d.h. Flüge mit Start- und Landeflughafen in Österreich). Emissionen des internationalen Flugverkehrs werden gesondert ausgewiesen. Die UNECE berücksichtigt hingegen nur Emissionen während des Abflug- und Landezyklus (unter 3000 Fuß).

Ursachen

Beim Straßenverkehr, dem Hauptverursacher von Schadstoffemissionen des Verkehrssektors, konnte bei einigen Schadstoffgruppen in den letzten Jahren durch technischen Fortschritt sowie strengere gesetzliche Grenzwerte der Anteil an den Emissionen von CO, NMVOC und Pb teilweise deutlich gesenkt werden.

Diesen Erfolgen steht jedoch ein deutlicher Anstieg bei den Anteilen von CO₂-, N₂O- und NO_x- Emissionen des Straßenverkehrs in Österreich gegenüber. Trotz sinkendem Flottenverbrauch der neuzugelassenen Fahrzeuge [EUROPEAN CONFERENCE OF MINISTERS OF TRANSPORT, 1997] stieg der Ausstoß von Kohlendioxid in den Jahren 1980 bis 1999 um knapp ein Drittel an. Grund hierfür ist die starke Steigerungen der Fahrleistungen im Personen- und Güterverkehr [BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, JUGEND UND FAMILIE, 1997].

Obwohl die NO_x -Emissionen des Verkehrssektors durch strengere gesetzliche Bestimmungen und die verpflichtende Vorschreibung des geregelten Katalysators bei Otto-Pkw von 1980 bis 1999 leicht gesenkt werden konnten, verursacht der Sektor Verkehr inzwischen ca. 61% der österreichweiten NO_x-Emissionen. Die Ursache dafür liegt ebenfalls im erhöhten Verkehrsaufkommen, wobei speziell der starke Anstieg der Fahrleistung bei den schweren Nutzfahrzeugen zum hohen Stickoxidausstoß beiträgt.

Die schrittweise Einführung des Katalysators bei Kraftfahrzeugen hat zu einer Zunahme der N₂O-Emissionen ab 1988 geführt. N₂O entsteht bei Gebrauch von Fahrzeugen mit Katalysatoren als ein Nebenprodukt der Reduktion von NO_x.

5.2.5 Landwirtschaft

Dieses Kapitel präsentiert die Emissionen in der Landwirtschaft auf Grundlage der Größe der landwirtschaftlich genutzten Flächen als auch dem Umfang der landwirtschaftlichen Tierhaltung. Emissionen „natürlicher Flächen“ werden im nächsten Kapitel aufgezeigt. Dies entspricht der vom EMEP-Berichtsformat geforderten Trennung der Land- und Forstwirtschaft.

Hauptschadstoffe und Trend

Dem Bereich der Landwirtschaft ist der überwiegenden Anteil an den Emissionen von NH_3 , CH_4 und N_2O zuzuschreiben. Eine wesentliche Änderung der Emissionen konnte nicht festgestellt werden. Allgemein ist die Tendenz bei diesen Schadstoffen leicht fallend.

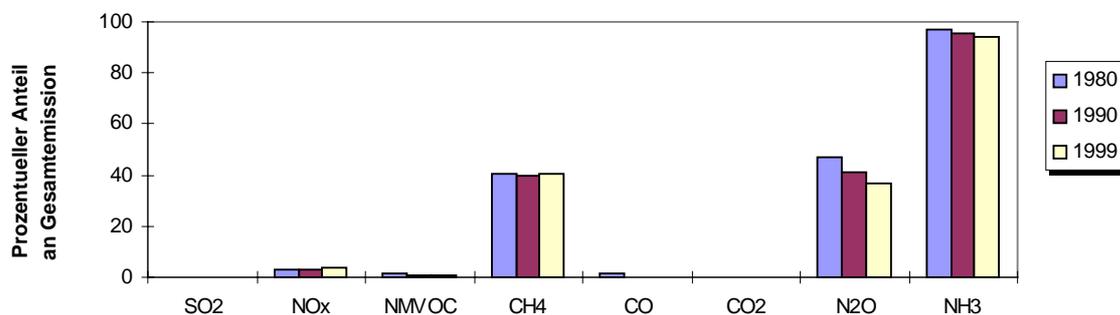


Abb. 26a: Anteilsvergleich an den Gesamtemissionen 1980, 1990 und 1999

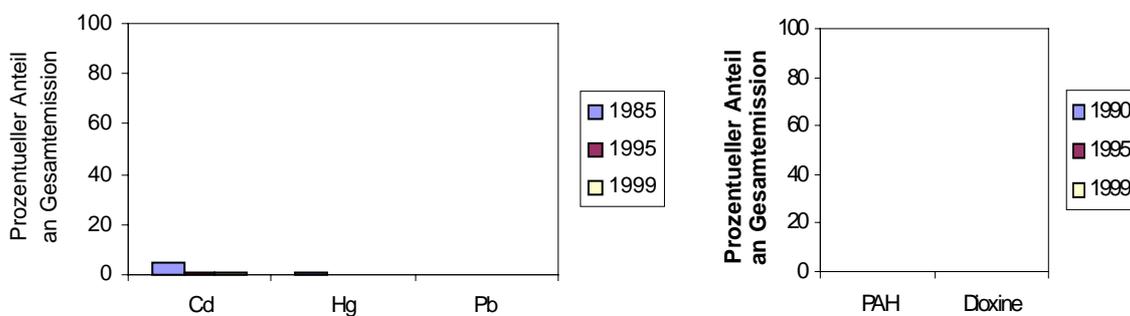


Abb.: 26b: Anteilsvergleich an den Gesamtemissionen (Schwermetalle und POPs)

Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 2000, Umweltbundesamt

Ursachen

NH₃- und CH₄-Emissionen werden im wesentlichen durch die Tierhaltung verursacht, während N₂O-Emissionen hauptsächlich bei gedüngten Flächen entstehen. Schwermetallemissionen sind aufgrund des seit 1990 geltenden Verbotes der Strohverbrennung am Feld (mit nur geringen bewilligten Ausnahmefällen) nahezu auf Null gesunken und haben somit keinen nennenswerten Anteil an den Gesamtemissionen mehr.

Eine wesentliche Veränderung der landwirtschaftlichen Emissionen hat es seit 1980 nicht gegeben. 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 Studien fehlen.

Die insbesondere durch den EU-Beitritt geförderte extensive Nutzung von landwirtschaftlichen Flächen hat einen starken Trend zu einer „biologischen Landwirtschaft“ in Österreich bewirkt.

Die Art des Güllemanagements in der Landwirtschaft hat einen entscheidenden Einfluss auf die entstehenden NH₃-Emissionen. In der Emissionsbilanz werden bisher nur Änderungen der Menge der anfallenden Gülle berücksichtigt, nicht jedoch solche im Güllemanagement, weshalb die Emissionen der Landwirtschaft als annähernd konstant ausgewiesen werden.

Maßnahmen, die speziell nur auf eine CH₄ Reduktion abzielen, gibt es nicht. Im Bereich der Landwirtschaft kam es aber zu zahlreichen Umstellungen bei der Viehhaltung.

Die Ziele des ÖPUL 2000 (Österreichisches Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützende Landwirtschaft) sind u.a:

- Anreiz zur Einführung oder Beibehaltung von Produktionsverfahren, die mit dem Schutz und der Verbesserung der Umwelt, der Landwirtschaft und ihrer Merkmale, der natürlichen Ressourcen, der Böden und der genetischen Vielfalt vereinbar sind, im Dienste der gesamten Gesellschaft.
- Förderung einer umweltfreundlichen Landwirtschaft und Weidewirtschaft geringer Intensität.
- Erhaltung bedrohter, besonders wertvoller landwirtschaftlich genutzter Kulturlandschaften.
- Erhaltung der Landschaft und historischer Merkmale auf landwirtschaftlichen Flächen.
- Förderung der Einbeziehung der Umweltplanung in die landwirtschaftliche Praxis.
- Beitrag zum ökologischen Ausgleich und zur Verwirklichung der Ziele der nationalen und gemeinschaftlichen Agrar- und Agrarumweltpolitik.

Den Einfluss auf Luftemissionen dieser geänderten Bewirtschaftungsform gilt es zukünftig auch durch neue Ermittlungs- und Berechnungsmodelle darzulegen. Dies setzt entsprechende Studien voraus.

5.2.6 Natur (inkl. Forstwirtschaft)

Dieses Kapitel umfasst die Luftemissionen der Emissionsgruppe 11 (Other Sources and Sinks). Sie werden in diesem Bericht als „natürliche Emissionen“ bezeichnet. Konkret handelt es sich dabei um Emissionen aus Wäldern, Waldbränden, natürlichem Grünland, aus Feuchtgebieten, seichten Gewässern, wildlebenden Tieren, Blitzschlag und menschlichen Ausdünstungen.

Nicht angeführt sind CO₂-Emissionen und CO₂-Senken. Sie gelten als emissionsneutral, da sie in den natürlichen Kohlenstoffkreislauf voll integriert sind und abgegebenes CO₂ im selben Sektor wieder aufgenommen wird. Sie können dem Anhang entnommen werden.

Hauptschadstoffe und Trend

Die aus diesem Bereich resultierende Emissionen sind als nicht anthropogen zu bewerten. Bei internationalen Vergleichen werden diese Emissionen daher meist nicht in die nationalen Gesamtemissionen inkludiert. Einen wesentlichen Anteil an den Gesamtemissionen ist bei den Schadstoffen NMVOC und N₂O gegeben. Eine steigende Tendenz zeigt sich bei NMVOC.

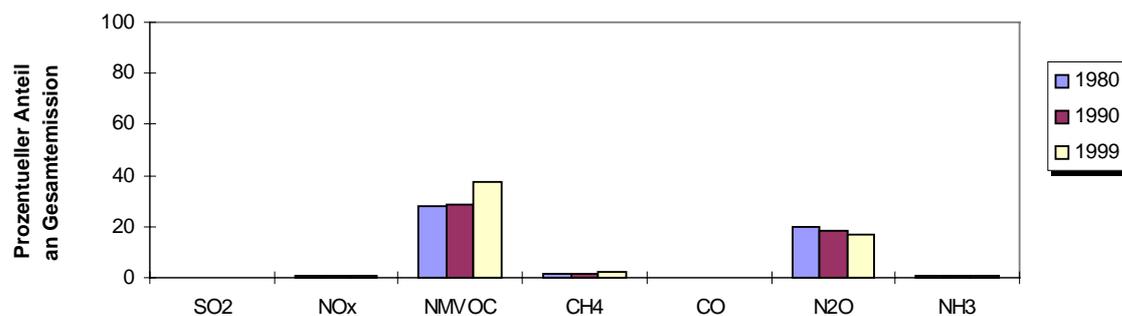


Abb. 27a: Anteilsvergleich an den Gesamtemissionen 1980, 1990 und 1999

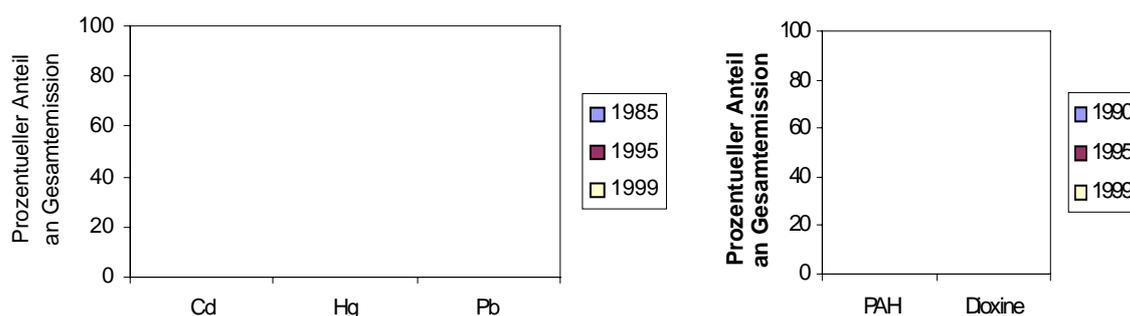


Abb. 27b: Anteilsvergleich an den Gesamtemissionen (Schwermetalle und POPs)

Quelle: UNECE/CLRTAP Berichtspflicht 2000, Umweltbundesamt

Ursachen

NMVOC-Emissionen in diesem Bereich sind dem Wald (Emissionen aus Blättern und Nadeln) zuzuschreiben, jene von N₂O den Böden. CH₄ wird von Feuchtgebieten und wildlebenden Tieren freigesetzt.

Die Studie über die Emissionen aus den Natürlichen Quellen [WINIWARTER & FISTER, 1999] hat zu einer deutlichen Verbesserung einiger Emissionswerte im Vergleich zu früheren Berichten geführt. Vor allem die NMVOC-Emissionen aus Wäldern und die N₂O-Emissionen aus Waldfächen und natürlichen Flächen wurden dabei neu erhoben.

Der Anteil der NMVOC-Emissionen der Natur an den Gesamtemissionen hat den größten Anstieg. Dies allerdings hauptsächlich deswegen, weil die NMVOC-Emissionen des Verkehrs sehr stark zurückgegangen sind und die Emissionen der Natur stagnieren (Absolutangaben: siehe Anhang).

Es kann davon ausgegangen werden, dass sich keine rasche Veränderung des Waldbestandes und der Bodenflächen in den nächsten Jahren abzeichnen wird, und somit der Anteils-Trend an den Gesamtemissionen durch die anderen Bereiche bestimmt wird.

5.3 Umwelttrends

Dieses Kapitel gibt eine andere Darstellungsform der Daten vorangegangener Kapitel wieder. Dabei werden die in diesem Bericht behandelten Schadstoffe entsprechend ihrer Beiträge zu Treibhauseffekt sowie zu 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 [BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, JUGEND UND FAMILIE, 1991]

5.3.1 Übersäuerung und Eutrophierung

In diesem Kapitel werden die relativen Anteile der Emittentengruppen an der Versauerung aufgezeigt. Dabei wurden die Emissionen von SO_2 , NO_x und NH_3 entsprechend ihrer Versauerungsäquivalente (Aeq)³¹ 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.

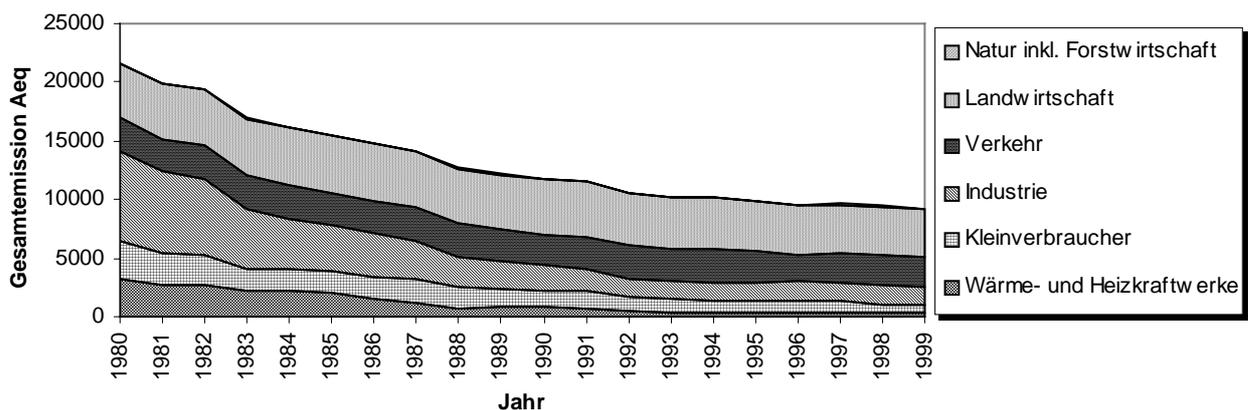


Abb. 28: Anteil der Emittentengruppen an der Übersäuerung in Österreich 1980 – 1999

Die Gesamtemissionen haben sich zwischen 1980 und 1999 mehr als halbiert, wobei den stärksten Rückgang an Emissionen die Bereiche Wärme- und Heizkraftwerke (-90%), Industrie (-81%) und Kleinverbraucher (-76%) verzeichneten.

Die Landwirtschaft hält mit 44% den größten Anteil an den gesamten versauerungsrelevanten Emissionen, bedingt, dass NH_3 Emissionen fast ausschliesslich aus diesem Sektor resultieren, und bei diesem Schadstoff seit 1980 keine wesentliche Reduktion stattfand. (siehe Kapitel 5.1.8 und 5.2.5)

Auch im Sektor Verkehr ist der Anteil der versauerungsrelevanten Emissionen seit 1980 annähernd konstant geblieben. Er liegt derzeit bei 28%. Größten Einfluss hat in diesem Bereich die Emission an Stickstoffoxiden. Für Trendbetrachtungen wird auf Kapitel 5.1.2 und 5.2.4 verwiesen.

³¹ Aeq: Acid equivalents: proportional den Gewichtsprozent H^+ -Ionen [SO_2 : 0,0313, NO_x : 0,0217, NH_3 : 0,0588]

5.3.2 Treibhauseffekt (Klimaänderung)

Abbildung 29 gibt die relativen Anteile der Emittentengruppen am Treibhauseffekt in CO₂-Äquivalenten Ceq³² wieder. Dabei wurden die Emissionen der Treibhausgase CO₂, CH₄, N₂O und der drei industriellen F-Gase³³ entsprechend ihrem unterschiedlichen Treibhausgaspotential ("global warming potential - GWP") berücksichtigt. Entsprechend internationaler Bestimmungen wurde der Sektor Natur (inkl. Forstwirtschaft) ausgeklammert.

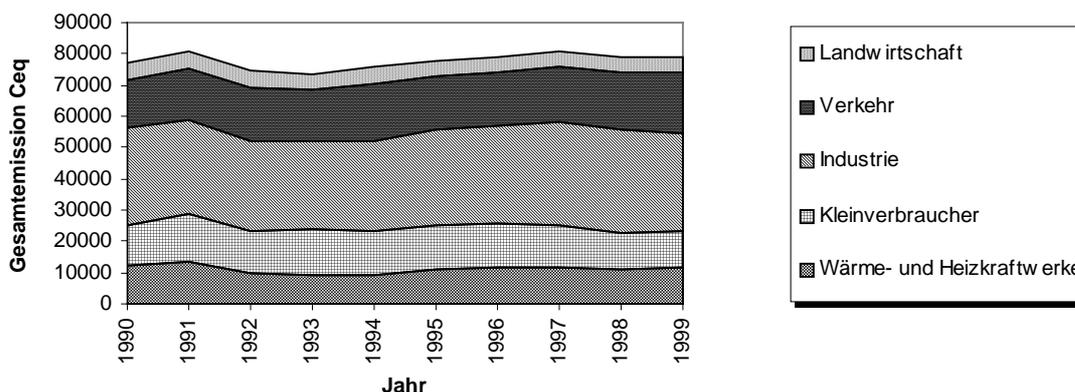


Abb. 29 Anteil der Emittentengruppen an der Gesamtemission von sechs Treibhausgasen in Österreich 1990 – 1999

Auffallend im Trendverlauf seit 1990 ist die Emissionsspitze im Jahr 1991. Sie wurde verursacht durch einen sehr kalten Winter und damit verbunden durch erhöhte CO₂ Emissionen im Bereich der Wärme- und Heizkraftwerke (erhöhter Strombedarf) und im Bereich der Kleinverbraucher durch erhöhten Brennstoffeinsatz in diesem kalten Jahr.

Seit dem Jahr 1993 steigen die Emissionen an bis zu einer relativen Stabilisierung ab 1997. Die stärksten Zuwachsraten hatte dabei der Straßenverkehr, mit einer Steigerungsrate an CO₂ Emissionen seit 1990 um über 20%.

Derzeit (1999) liegen die Anteile der einzelnen Emittentengruppen an den gesamten Emissionen der Treibhausgase für die Industrie bei 39%, für Verkehr bei 25%, für Kleinverbraucher bei 15%, für Wärme- und Heizkraftwerke bei 15% und für die Landwirtschaft bei 6%.

³² Ceq: Carbon dioxide equivalents, IPCC [INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 1997]

³³ HFCs (Hydrofluorocarbons), PFCs (Perfluorocarbons) SF6 (Sulphur hexafluoride)

6 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 ₂	Sulfur dioxide = Schwefeldioxid
NO _x	Nitrogen oxides = NO + NO ₂ given as NO ₂ = Stickoxide
NM VOC	Non-methane volatile organic compounds = Kohlenwasserstoffe ohne Methan
CH ₄	Methane = Methan
CO	Carbon monoxide = Kohlenmonoxid
CO ₂	Carbon dioxide = Kohlendioxid
N ₂ O	Dinitrogen monoxide = Distickstoffmonoxid = Lachgas
NH ₃	Ammonia = Ammoniak
Cd	Cadmium = Kadmium
Hg	Mercury = Quecksilber
Pb	Lead = Blei
HM	Heavy Metals = Schwermetalle
PAH	Polycyclic aromatic hydrocarbons = Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
Dioxine	Dioxins = Sammelbegriff für polychlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD) und polychlorierte Dibenzofurane (PCDF)
POP	Persistent organic pollutants = Persistente organische Verbindungen
HFCs	Hydrofluorocarbons = wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (oder teilfluorierte Kohlenwasserstoffe)
PFCs	Perfluorocarbons = perfluorierte Kohlenwasserstoffe
SF ₆	Sulphur hexafluoride = Schwefelhexafluorid

7 LITERATURVERZEICHNIS

- BICHLER, B. (2000): Schwermetallzeitreihe (Cd, Hg, Pb) von 85-99; interne UBA-Berechnung.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, JUGEND UND FAMILIE (1991): Zweiter Umweltkontrollbericht. Umweltbundesamt (Hrsg.), Wien.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, JUGEND UND FAMILIE (1997): Umweltbilanz Verkehr – Österreich 1950-1996.
- EMEP TASK FORCE ON EMISSION INVENTORIES. (1999): EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook, 2nd Edition.
- EUROPEAN CONFERENCE OF MINISTERS OF TRANSPORT (1997): CO₂ Emissions from Transport. Paris.
- FTU - FORSCHUNGSGESELLSCHAFT TECHNISCHER UMWELTSCHUTZ GmbH, (2000): PCDD/F-Emissionen aus mit Festbrennstoffen betriebenen Kleinf Feuerungsanlagen (<50 kW) der urbanen ländlichen Haushalte; Forschungsprojekt im Rahmen der Bund-Länder Kooperation.
- HACH, R. (1993): Völkerrechtliche Pflichten zur Verminderung grenzüberschreitender Luftverschmutzung in Europa, Studien zum internationalen Wirtschaftsrecht und Atomenergierecht Band 86. Carl Heymanns Verlag, Köln.
- HÄUSLER, G. (2000) Emissionen aus Österreichischen Abfalldeponien in den Jahren 1980 bis 1998, IB 623 Umweltbundesamt, Wien.
- HÜBNER, C. (1999): CORINAIR Dioxin-Emissionsinventur 1990.
- INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (1997): Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2000): Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories.
- KÖNIG, G., RADUNSKY, K. & RITTER, M. (1997): Österreichische Luftschadstoff-Inventur 1994, UBA-Report R-139. Umweltbundesamt, Wien.
- ORTHOFER, R. & WINIWARTER, W. (2000): Unsicherheit der Emissionsinventur für Treibhausgase in Österreich.
- ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT (ÖSTAT), (2000): Elektronische Energiebilanzen Österreich 1993-1999.
- RITTER, M. & AHAMER, G. (1998): Luftschadstoff-Trends in Österreich 1980-1996, BE-108. Umweltbundesamt, Wien.
- RITTER, M. & GUGELE, B. (2000): Emissionen österreichischer Großfeuerungsanlagen 1990-1999. Umweltbundesamt, Wien.
- RITTER, M. & KÖNIG, G. (1997): Technologische Grundlagen für die Bewertung des Erfolges der nach dem Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen getroffenen Maßnahmen, BE-100. Umweltbundesamt, Wien.
- RITTER, M. (1997): Bestandsaufnahme und Meldung der Schadstoffemissionen von Großfeuerungsanlagen gemäß Großfeuerungsanlagen-Richtlinie (88/609/EWG. Umweltbundesamt, Wien.
- RITTER, M. (2000): Bestandsaufnahme der Emissionen an Treibhausgasen in Österreich von 1980 bis 1999, IB-643, Umweltbundesamt, Wien.
- RITTER, M.; OHR, B. & GUGELE, B. (1999): Luftschadstoff-Trends in Österreich 1980-1998. BE-165, Umweltbundesamt, Wien.

- SCHEIDL, K. (1996): Österreichische Emissionsinventur für die Luftschadstoffe PAH.
- WINDSPERGER, A.; MAYR, B.; SCHMIDT-STEJSKAL, H.; ORTHOFER, R. & WINIWARTER; W. (1999): Entwicklung der Schwermetallemissionen.
- WINIWARTER, W. & FISTER, G. (1999): Emissionen aus dem Sektor „Natürliche Quellen“ (CORINAIR SNAP Code 11) in Österreich, 1997.

ANHANG: EMISSIONSBERICHTSPFLICHT UNECE 2000

UNECE Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen (BGBl. Nr. 158/1983); Emissionsberichtspflicht 2000

UNECE Convention on Long Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP); emission reporting 2000

Emission Inventory Table	
Country Code	AT
Reference	Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 2000
Base Inventory	Umweltbundesamt, OLI 2000
Format	EMEP, SNAP 97
Timeseries	1980-1999
Pollutants	SO ₂ ,NO _X ,NMVOC,CH ₄ ,CO,CO ₂ ,N ₂ O,NH ₃ ,Cd,Hg,Pb,PAH,Dioxins
Use of Inventory	UN / CLRTAP 1999
Compilation Date	2000-12-29
Published By	National Reference Center
First Publication	-
Received from	-
Date of Receipt	-

SO₂ emissions in Gg

SNAP97	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
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	4,80	6,43	4,01	4,14
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	19,25	14,84	11,99	11,94
3 COMBUSTION IN MANUFACTURING INDUSTRY	140,37	128,09	118,14	79,16	57,97	50,97	48,37	44,72	34,00	24,32	25,74	17,85	13,04	11,33	9,56	12,15	11,66	12,85	13,75	8,89
4 PRODUCTION PROCESSES	50,62	47,73	44,81	41,79	38,27	35,51	33,31	28,47	19,07	16,42	12,78	11,47	10,84	11,71	11,79	11,33	12,81	13,01	13,14	12,91
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	0,04	0,14
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	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	3,14
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	0,62	0,69	0,74	0,76
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	0,06	0,07
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	0,00
ANTHROPOGEN. 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	57,00	56,38	52,89	50,60	46,61	42,00
11 OTHER SOURCES AND SINKS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	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
TOTAL	384,52	334,22	316,28	237,47	211,78	190,03	171,43	152,87	115,13	102,11	91,05	82,20	63,36	60,26	57,00	56,38	52,89	50,60	46,62	42,00

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 2000

NO_x emissions in Gg

SNAP97	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
1 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	8,16	9,40	8,47	8,26
2 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	18,29	18,63	16,72	16,80
3 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	16,59	17,60	18,03	15,20
4 PRODUCTION PROCESSES	37,62	35,72	33,39	31,53	30,50	29,07	24,69	23,58	23,20	22,85	21,75	21,84	21,05	20,52	20,26	19,19	18,83	19,24	19,09	18,68
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	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	0,00
7 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	86,36
8 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	13,36	17,59	18,41	19,18
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	0,23	0,26	0,84	0,52	0,24	0,23	0,16	0,10	0,21	0,22
10 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	6,08
ANTHROPOGEN. TOTAL	227,85	220,19	218,16	215,42	214,55	216,67	212,73	209,10	201,93	194,43	192,58	196,24	186,70	174,69	181,70	170,41	165,62	172,30	170,84	170,78
11 OTHER SOURCES AND SINKS	1,22	1,23	1,23	1,24	1,25	1,23	1,23	1,22	1,23	1,22	1,24	1,23	1,22	1,28	1,24	1,22	1,22	1,22	1,26	1,21
TOTAL	229,07	221,42	219,39	216,65	215,80	217,89	213,95	210,32	203,15	195,66	193,82	197,48	187,92	175,98	182,94	171,63	166,84	173,52	172,10	171,98

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 2000

NMVOC emissions in Gg

SNAP97	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
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	0,17	0,19	0,18	0,19
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	40,29	33,17	31,63	30,96
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	0,66	0,71	0,67	0,49
4 PRODUCTION PROCESSES	29,06	27,44	25,87	25,16	25,15	24,29	23,24	23,32	23,55	23,63	20,51	22,10	23,89	25,27	23,03	23,00	23,02	23,03	23,09	22,96
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	2,96	2,21
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	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	52,23	46,53	42,39	38,34
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	3,88	4,86	4,95	5,09
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	0,88	0,86	0,92
10 AGRICULTURE	5,80	5,79	5,77	5,75	5,76	5,76	5,74	5,74	5,73	5,73	2,68	2,67	2,67	2,67	2,66	2,65	2,64	2,64	2,64	2,64
ANTHROPOGEN. TOTAL	353,19	352,03	350,43	354,13	361,38	359,78	373,25	376,11	378,29	367,81	344,67	314,17	280,42	269,02	259,15	260,16	249,43	245,61	236,31	230,74
11 OTHER SOURCES AND SINKS	139,34	139,36	139,35	139,38	139,41	139,35	139,35	139,34	139,35	139,34	139,38	139,15	139,17	139,16	139,15	139,14	139,14	139,14	139,16	139,13
TOTAL	492,53	491,39	489,78	493,50	500,78	499,13	512,60	515,44	517,64	507,15	484,05	453,31	419,58	408,18	398,30	399,30	388,57	384,75	375,46	369,87

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 2000

CH₄ emissions in Gg

SNAP97	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
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	0,11	0,13	0,13	0,13
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	13,92	11,56	11,12	10,63
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	0,36	0,38	0,37	0,32
4 PRODUCTION PROCESSES	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,18	0,20	0,14
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	5,63
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	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	1,73
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	0,14	0,20	0,16	0,15	0,17	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	247,70	247,74
10 AGRICULTURE	217,44	219,32	219,61	224,24	226,49	225,02	223,63	220,84	217,34	218,26	217,43	213,93	206,50	204,78	202,83	196,54	193,55	192,13	191,95	187,85
ANTHROPOGEN. TOTAL	528,70	531,11	531,31	535,44	540,59	538,86	539,87	535,69	535,80	537,06	537,60	527,11	514,47	508,34	500,07	489,47	481,34	469,60	459,04	454,35
11 OTHER SOURCES AND SINKS	8,93	8,95	8,94	8,96	8,98	8,94	8,94	8,93	8,94	8,94	8,98	8,90	8,92	8,93	8,92	8,92	8,92	8,92	8,93	8,92
TOTAL	537,63	540,06	540,25	544,40	549,57	547,80	548,81	544,63	544,75	546,00	546,58	536,00	523,40	517,26	508,99	498,39	490,25	478,52	467,97	463,27

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 2000

CO emissions in Gg

SNAP97	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
1 COMBUSTION IN ENERGY AND TRANSFORMATION INDUSTRIES	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	1,05	1,12	1,23	1,69
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	415,81	435,49	412,43	404,05
3 COMBUSTION 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	5,79	6,05	5,52	4,95
4 PRODUCTION PROCESSES	358,33	355,75	352,66	351,97	383,90	392,09	381,96	327,34	334,38	350,74	275,71	246,82	287,48	296,77	309,95	238,90	263,66	269,03	254,96	177,84
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	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	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	241,32
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	9,33	11,73	12,00	12,39
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	21,11	21,11
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	1,50
ANTHROPOGEN. TOTAL	1711,24	1643,74	1582,40	1547,49	1601,52	1548,41	1643,18	1602,26	1552,11	1485,65	1306,60	1287,17	1205,93	1177,24	1150,99	1049,16	1023,91	1024,03	970,33	864,86
11 OTHER SOURCES AND SINKS	0,20	0,38	0,30	0,59	0,94	0,26	0,31	0,16	0,27	0,16	0,62	0,16	0,41	0,35	0,18	0,10	0,09	0,07	0,29	0,03
TOTAL	1711,44	1644,12	1582,71	1548,08	1602,46	1548,67	1643,49	1602,43	1552,38	1485,82	1307,22	1287,33	1206,34	1177,59	1151,16	1049,25	1024,00	1024,10	970,62	864,88

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 2000

CO₂ 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	1999
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	11,41	11,87	10,85	11,37
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	13,56	12,91	11,58	11,71
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	8,78	9,03	9,66	8,63
4 PRODUCTION PROCESSES	16,01	15,68	14,04	14,07	15,19	14,85	14,31	13,92	14,11	14,42	14,77	14,35	13,38	13,49	14,20	14,40	14,27	15,26	14,65	14,41
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	0,17	0,19
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	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	17,21
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	1,20	1,61	1,67	1,73
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	0,11	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	0,00
ANTHROPOGEN. TOTAL	63,82	59,84	57,39	56,51	58,39	59,23	58,51	59,81	57,21	57,97	62,13	66,02	60,15	59,90	61,76	63,75	64,89	66,83	65,49	65,78
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	-7,63

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 2000

N₂O emissions in Gg

SNAP97	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
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	0,13	0,12	0,14	0,15
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	0,54	0,50	0,48	0,47
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	0,20	0,21	0,20	0,19
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	0,56	0,55	0,57	0,58
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	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	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	1,86
8 OTHER MOBILE SOURCES AND MACHINERY	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,05	0,09	0,07	0,06	0,07	0,07	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	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	3,27
ANTHROPOGEN. TOTAL	5,89	5,83	5,85	5,82	5,85	5,89	6,04	6,08	6,23	6,40	6,56	6,84	6,89	7,09	7,29	7,34	7,31	7,27	7,36	7,35
11 OTHER SOURCES AND SINKS	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48
TOTAL	7,35	7,30	7,31	7,28	7,31	7,35	7,50	7,54	7,69	7,86	8,02	8,31	8,37	8,56	8,77	8,81	8,79	8,74	8,84	8,83

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 2000

NH₃ emissions in Gg

SNAP97	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
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	0,21
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	0,79	0,76	0,72	0,71
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	0,37	0,38	0,38	0,36
4 PRODUCTION PROCESSES	0,21	0,20	0,19	0,19	0,19	0,19	0,18	0,18	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16	0,17	0,13	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12
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	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	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	2,15
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	0,02	0,04	0,03	0,02	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	0,06
10 AGRICULTURE	76,86	77,96	78,08	79,84	80,68	80,03	79,43	78,54	77,03	77,56	77,17	76,03	73,01	72,52	71,90	70,08	68,66	68,26	68,05	66,63
ANTHROPOGEN. TOTAL	78,36	79,34	79,45	81,17	82,01	81,40	81,04	80,18	78,99	79,88	79,89	79,18	76,43	76,24	75,88	74,16	72,60	72,07	71,85	70,27
11 OTHER SOURCES AND SINKS	0,69	0,69	0,69	0,69	0,70	0,69	0,69	0,69	0,69	0,70	0,70	0,70	0,71	0,71	0,71	0,71	0,72	0,72	0,72	0,72
TOTAL	79,05	80,03	80,14	81,86	82,70	82,09	81,73	80,87	79,68	80,58	80,60	79,88	77,14	76,96	76,60	74,88	73,31	72,78	72,56	70,98

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 2000

Cd emissions in Mg

SNAP97		1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
01	COMBUSTION IN ENERGY AND TRANSFORMATION INDUSTRIES	0,49	0,54	0,53	0,45	0,44	0,40	0,45	0,36	0,36	0,32	0,26	0,23	0,31	0,32	0,32
02	NON-INDUSTRIAL COMBUSTION PLANTS	1,13	1,42	1,47	1,46	1,41	1,35	1,18	0,96	0,96	0,81	0,73	0,67	0,63	0,55	0,55
03	COMBUSTION IN MANUFACTURING INDUSTRY	0,94	0,96	0,86	0,74	0,56	0,60	0,42	0,43	0,33	0,27	0,30	0,35	0,34	0,38	0,29
04	PRODUCTION PROCESSES	0,96	0,83	0,77	0,73	0,69	0,56	0,51	0,38	0,33	0,30	0,23	0,21	0,22	0,22	0,21
05	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
06	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
07	ROAD TRANSPORT	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
08	OTHER MOBILE SOURCES AND MACHINERY	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
09	WASTE TREATMENT AND DISPOSAL	1,02	0,83	0,65	0,46	0,28	0,10	0,09	0,08	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
10	AGRICULTURE	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	ANTHROPOGENIC TOTAL	4,81	4,85	4,54	4,12	3,66	3,09	2,72	2,29	2,14	1,84	1,64	1,59	1,63	1,61	1,50
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
	TOTAL	4,81	4,85	4,54	4,12	3,66	3,09	2,73	2,29	2,14	1,84	1,64	1,59	1,63	1,61	1,50

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 2000

Hg emissions in Mg

SNAP97		1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
01	COMBUSTION IN ENERGY AND TRANSFORMATION INDUSTRIES	0,61	0,57	0,51	0,41	0,41	0,51	0,57	0,37	0,36	0,34	0,31	0,27	0,32	0,30	0,33
02	NON-INDUSTRIAL COMBUSTION PLANTS	0,63	0,68	0,72	0,61	0,57	0,54	0,58	0,47	0,44	0,44	0,41	0,40	0,36	0,31	0,30
03	COMBUSTION IN MANUFACTURING INDUSTRY	0,37	0,35	0,31	0,26	0,21	0,22	0,17	0,17	0,15	0,14	0,15	0,17	0,17	0,18	0,15
04	PRODUCTION PROCESSES	1,95	1,79	1,64	1,51	1,37	1,22	1,07	0,87	0,70	0,54	0,49	0,47	0,49	0,42	0,33
05	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
06	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
07	ROAD TRANSPORT	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
08	OTHER MOBILE SOURCES AND MACHINERY	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
09	WASTE TREATMENT AND DISPOSAL	0,71	0,60	0,49	0,38	0,27	0,15	0,14	0,14	0,12	0,10	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
10	AGRICULTURE	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ANTHROPOGENIC TOTAL	4,30	4,03	3,70	3,21	2,86	2,64	2,53	2,03	1,78	1,55	1,44	1,39	1,42	1,28	1,19
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
	TOTAL	4,30	4,03	3,70	3,21	2,86	2,64	2,53	2,03	1,78	1,55	1,44	1,39	1,42	1,28	1,19

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 2000

Pb emissions in Mg

SNAP97		1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
01	COMBUSTION IN ENERGY AND TRANSFORMATION INDUSTRIES	0,91	1,06	1,18	1,00	1,02	1,08	1,17	0,87	0,77	0,72	0,70	0,77	0,93	0,87	0,83
02	NON-INDUSTRIAL COMBUSTION PLANTS	5,69	7,14	7,46	7,42	7,04	6,93	6,66	5,68	5,96	5,83	5,71	5,20	4,81	4,80	4,44
03	COMBUSTION IN MANUFACTURING INDUSTRY	2,03	2,07	1,93	1,78	1,46	1,52	1,22	1,26	1,09	1,03	1,14	1,36	1,37	1,36	1,20
04	PRODUCTION PROCESSES	69,40	58,74	53,88	50,88	47,12	37,02	32,58	23,15	19,34	16,25	12,87	12,00	12,87	12,86	12,48
05	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
06	SOLVENT AND OTHER PRODUCT USE	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
07	ROAD TRANSPORT	225,75	227,38	228,60	206,58	180,04	151,51	124,98	81,90	51,80	31,04	16,23	14,60	13,55	13,50	12,70
08	OTHER MOBILE SOURCES AND MACHINERY	3,19	2,84	2,35	2,09	1,97	2,35	2,37	2,11	2,12	1,55	1,48	1,48	1,36	1,52	1,52
09	WASTE TREATMENT AND DISPOSAL	12,51	10,30	8,09	5,88	3,66	1,42	1,23	1,06	0,81	0,56	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
10	AGRICULTURE	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
	ANTHROPOGENIC TOTAL	320,64	310,67	304,65	276,76	243,46	201,91	170,29	116,11	81,97	57,06	38,61	35,88	35,35	35,37	33,64
11	OTHER SOURCES AND SINKS	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
	TOTAL	320,64	310,67	304,65	276,76	243,47	201,92	170,29	116,12	81,97	57,06	38,61	35,88	35,35	35,38	33,65

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 2000

PAH emissions in Mg

	SNAP97	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
01	COMBUSTION IN ENERGY AND TRANSFORMATION INDUSTRIES	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02	NON-INDUSTRIAL COMBUSTION PLANTS	525,26	482,63	461,57	477,04	454,98	499,55	493,85	458,36	443,33	434,06
03	COMBUSTION IN MANUFACTURING INDUSTRY	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
04	PRODUCTION PROCESSES	4,97	4,46	4,36	4,10	4,26	4,30	4,61	4,63	4,72	4,75
05	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
06	SOLVENT AND OTHER PRODUCT USE	0,23	0,23	0,24	0,22	0,22	0,23	0,23	0,25	0,24	0,24
07	ROAD TRANSPORT	12,13	12,98	12,36	12,05	12,51	12,36	12,33	12,93	14,16	15,15
08	OTHER MOBILE SOURCES AND MACHINERY	4,47	4,53	4,43	3,02	5,39	4,33	3,58	5,04	5,13	5,29
09	WASTE TREATMENT AND DISPOSAL	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
10	AGRICULTURE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ANTHROPOGENIC TOTAL	547,06	504,85	482,95	496,44	477,37	520,78	514,60	481,22	467,59	459,49
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

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 2000

Dioxine emissions in g

	SNAP97	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
01	COMBUSTION IN ENERGY AND TRANSFORMATION INDUSTRIES	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02	NON-INDUSTRIAL COMBUSTION PLANTS	53,65	51,89	46,40	47,24	45,82	47,50	47,44	43,23	40,74	39,89
03	COMBUSTION IN MANUFACTURING INDUSTRY	3,96	3,81	3,69	3,45	3,40	3,65	3,84	3,88	3,67	3,67
04	PRODUCTION PROCESSES	15,30	14,32	9,17	8,31	8,27	9,02	8,11	8,67	8,52	6,10
05	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
06	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
07	ROAD TRANSPORT	2,72	2,61	2,10	0,53	0,47	0,45	0,46	0,48	0,50	0,55
08	OTHER MOBILE SOURCES AND MACHINERY	0,11	0,11	0,11	0,07	0,14	0,10	0,08	0,11	0,12	0,12
09	WASTE TREATMENT AND DISPOSAL	16,22	12,51	9,28	4,57	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
10	AGRICULTURE	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
	ANTHROPOGENIC TOTAL	92,06	85,35	70,86	64,28	58,38	61,00	60,21	56,67	53,83	50,62
11	OTHER SOURCES AND SINKS	0,08	0,02	0,06	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,04	0,00

Ref.: Umweltbundesamt, UNECE/CLRTAP 2000

Treibhausgasemissionen in Gg CO₂-Äquivalenten

Treibhausgase und deren GWP		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
		Emissionen in CO ₂ equivalent (Gg)									
CO ₂	1	62 132	66 024	60 154	59 901	61 756	63 754	64 889	66 829	65 489	65 778
CH ₄	21	11 290	11 069	10 804	10 675	10 502	10 279	10 108	9 862	9 640	9 541
N ₂ O	310	2 033	2 119	2 136	2 196	2 260	2 275	2 266	2 253	2 282	2 279
Gruppe der HFCs	140 - 11.700	4	6	9	12	17	546	625	718	816	870
Gruppe der PFCs	6.500 - 9.200	963	974	576	48	54	16	15	18	21	25
SF ₆	23.9000	518	683	725	823	1 033	1 175	1 246	1 148	955	730
AnthropogenicTotal		76 939	80 875	74 404	73 656	75 621	78 044	79 150	80 828	79 203	79 224

Ref.: Umweltbundesamt, UNFCCC - CRF 2000