



EMISSIONSTRENDS

1990–2004

Ein Überblick über die österreichischen
Verursacher von Luftschadstoffen
mit Datenstand 2006

REPORT
REP-0037

Wien, 2006



Projektleitung

Michael Anderl

AutorInnen

Michael Anderl
Marion Gangl
Traute Köther
Agnes Kurzweil
Barbara Muik
Alexander Storch
Stephan Poupa
Daniela Wappel
Manuela Wieser

Lektorat

Maria Deweis

Weitere Informationen zu Publikationen des Umweltbundesamtes unter: <http://www.umweltbundesamt.at/>

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

Eigenvervielfältigung

Gedruckt auf Recyclingpapier

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2006

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 3-85457-835-0



VORWORT

Der vorliegende Bericht präsentiert die neuesten Ergebnisse der *Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI)* im Überblick. Weiters werden *Trends und Ursachen* der österreichischen Emissionen sowie *Reduktionsziele* diskutiert.

Die Luftschadstoffe sind in die sechs Verursachersektoren Energieversorgung, Kleinverbraucher, Industrie, Verkehr, Landwirtschaft und Sonstige eingeteilt. Die Beschreibung der Emissionstrends beginnt mit dem in verschiedenen Berichtspflichten und Gesetzen festgelegten Basisjahr 1990.

Die einzelnen Luftschadstoffe werden je nach Zugehörigkeit in den Kapiteln Treibhausgase, Ozonvorläufersubstanzen oder Versauerung und Eutrophierung beschrieben. So wird ihr Beitrag zu verschiedenen Umweltproblemen ersichtlich. Die Schadstoffe Staub, Schwermetalle und persistente organische Verbindungen werden als eigene Gruppen behandelt. Zusätzlich gibt es das Kapitel „Verursachertrends“, in dem die Verursacher gesondert diskutiert werden.

Der Bericht wendet sich sowohl an die interessierte Öffentlichkeit, als auch an Emissionsexperten. Er soll einer möglichst breiten Leserschicht einen guten Überblick über die aktuelle Situation in Österreich bieten. Experten finden im Anhang alle Daten zu den Grafiken und sowohl im Kapitel 1 als auch im Literaturverzeichnis weiterführende Informationen über Methodik und Daten. Darüber hinaus wird vom Umweltbundesamt jährlich eine detaillierte Methodikbeschreibung in Form zweier Berichte (Austria's National Inventory Report und Austria's Informative Inventory Report) gesondert publiziert, zu finden auf der Homepage des Umweltbundesamtes unter <http://www.umweltbundesamt.at/luft/emiberichte>.

Datengrundlage

Im Rahmen der Umweltkontrolle wird vom Umweltbundesamt jedes Jahr eine Österreichische Luftschadstoff-Inventur (OLI) erstellt. Diese Inventur enthält die Datengrundlagen, die für die Erfüllung der inventurrelevanten Verpflichtungen nötig sind.

Die Österreichische Luftschadstoff-Inventur ist einem ständigen Prozess der Verbesserung und Aktualisierung unterworfen. Aus diesem Grund unterliegt die Zeitreihe der österreichischen Luftemissionen einer jährlichen Revision. Die in diesem Bericht dargestellten Emissionsdaten ersetzen somit die publizierten Daten früherer Berichte.

Aktueller Datenstand: Jänner 2006.

Die zur Ermittlung der Daten angewandte Methodik entspricht den einschlägigen Richtlinien des IPCC¹ sowie des EMEP/CORINAIR² Handbuches.

Wie auch im Bericht des Vorjahres leitet sich die sektorale Einteilung dieses Berichtes aus der international standardisierten Systematik der UN-Berichtspflichten ab [UNECE³ – Berichtspflicht für klassische Luftschadstoffe (Berichtsformat: NFR⁴)

¹ Intergovernmental Panel on Climate Change.

² EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook. Third edition. Prepared by the EMEP Task Force on Emission Inventories. December 2005 update. Internet site: <http://reports.eea.eu.int>.

³ United Nations Economic Commission for Europe (Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen).



und UNFCCC⁵ – Berichtspflicht für Treibhausgase (Berichtsformat: CRF⁶)]. Dadurch ist eine Vergleichbarkeit der Daten mit sämtlichen aktuellen Berichten, sowohl auf nationaler wie auch auf internationaler Ebene, möglich.

Es ist zu beachten, dass nur anthropogene (vom Menschen verursachte) Emissionen beschrieben werden. Nicht-anthropogene Emissionen sind nicht Teil der internationalen Berichtspflichten, weshalb auf diese nicht näher eingegangen wird.

⁴ **Nomenclature For Reporting:** Berichtsformat der UNECE.

⁵ **United Nations Framework Convention on Climate Change** (Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen).

⁶ **Common Reporting Format:** Berichtsformat der UNFCCC.

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	7
1 GRUNDLAGEN DER INVENTUR	10
1.1 Österreichs Berichtspflichten	10
1.2 Akkreditierte Überwachungsstelle.....	10
1.3 Emissionsermittlung	11
1.4 Aktualisierte Emissionsdaten (Revision).....	12
1.5 Luftschadstoffe	13
1.6 Verursachereinteilung.....	15
2 TREIBHAUSGASE	17
2.1 Emissionstrend 1990–2004.....	18
2.2 Aktuelle Entwicklung 2003–2004	20
2.3 Entwicklung nach Sektoren	21
2.4 Entwicklung nach Gasen.....	24
2.4.1 Kohlendioxid (CO ₂).....	25
2.4.2 Methan (CH ₄).....	29
2.4.3 Lachgas (N ₂ O).....	31
2.4.4 Fluorierte Gase (HFKW, FKW und SF ₆)	33
3 OZONVORLÄUFERSUBSTANZEN	36
3.1 Stickoxide (NO _x)	37
3.2 Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC).....	40
3.3 Kohlenmonoxid (CO)	43
3.4 Methan (CH ₄).....	45
4 VERSAUERUNG UND EUTROPHIERUNG	46
4.1 Entwicklung nach Sektoren	46
4.2 Entwicklung nach Gasen.....	48
4.2.1 Schwefeldioxid (SO ₂).....	48
4.2.2 Ammoniak (NH ₃)	51
4.2.3 Stickoxide (NO _x)	53
5 STAUB	54
5.1 Gesamttrend	56
5.2 Entwicklung nach Sektoren	57
6 SCHWERMETALLE	62
6.1 Cadmium (Cd).....	63
6.2 Quecksilber (Hg).....	65
6.3 Blei (Pb).....	66



7	PERSISTENTE ORGANISCHE VERBINDUNGEN	68
7.1	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAKs)	68
7.2	Dioxine	70
7.3	Hexachlorbenzol (HCB)	72
8	VERURSACHERTRENDS	74
8.1	Energieversorgung	74
8.2	Kleinverbraucher	77
8.3	Industrie	85
8.4	Verkehr	89
8.5	Landwirtschaft	95
8.6	Sonstige	99
9	LITERATURVERZEICHNIS	102
	VERURSACHERTABELLEN	104

ZUSAMMENFASSUNG

Die folgende Zusammenfassung gibt einen Überblick über die Entwicklung der Treibhausgasemissionen, der Emissionen der Ozonvorläufersubstanzen und der versauernd/eutrophierend wirkenden Luftschadstoffe sowie der Emissionen von Staub, Schwermetallen und persistenten organischen Substanzen in Österreich.

Je nach Emissionsentwicklung wurden den einzelnen Luftemissionen „Smilies“ vorangestellt (☺ ☹ ☐ : positive/negative/nicht eindeutige Entwicklung im Vergleich zum Umweltziel).

Treibhausgase

Kapitel 2 berücksichtigt die vom Menschen verursachten (anthropogenen) Emissionen der Treibhausgase CO₂, CH₄, N₂O sowie der drei F-Gas-Gruppen entsprechend ihrem unterschiedlichen Treibhauspotenzial.

- ☹ Im Jahr 2004 wurden in Österreich Treibhausgase in der Höhe von 91,3 Millionen Tonnen Kohlendioxid-Äquivalenten verursacht. Das sind um 1,3 % weniger als im Vorjahr und um 15,7 % mehr als im Basisjahr 1990. Sie lagen somit trotz des Rückgangs im Jahr 2004 um 28,7 Prozentpunkte über dem Kyoto-Ziel.
- ☹ Die Kohlendioxidemissionen (CO₂) waren 2004 mit einem Anteil von 84,4 % an den gesamten Treibhausgasemissionen Hauptverursacher des Treibhausgaseffekts und daher Trend bestimmend. Sie stiegen zwischen 1990 und 2004 um 24,5 % an, von 2003 auf 2004 konnte eine Reduktion von 0,6 % erzielt werden. Das Stabilisierungsziel, die CO₂-Emissionen gemäß dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC) bis zum Jahr 2000 auf der Höhe von 1990 zu stabilisieren, wurde verfehlt.
- ☺ Methan (CH₄) ist das zweitwichtigste Treibhausgas mit einem Anteil von 8,1 % an den gesamten treibhauswirksamen Gasen im Jahr 2004. Die CH₄-Emissionen sind von 1990 bis 2004 um 19,2 % und von 2003 auf 2004 um 0,7 % gesunken.
- ☺ Die Lachgasemissionen (N₂O) lagen 2004 um 15,4 % unter dem Wert von 1990 und machten 5,8 % aller Treibhausgasemissionen aus. Von 2003 auf 2004 ist eine Reduktion um 12,5 % zu verzeichnen.
- ☺ Die Fluorierten Gase (F-Gase) hatten 2004 einen Anteil von 1,7 % an den gesamten Treibhausgasemissionen. Von 1990 bis 2004 ist die Summe der F-Gase um 4,6 % gesunken. 2004 wurden gegenüber 2003 um 1,9 % weniger F-Gase emittiert.

Ozonvorläufersubstanzen

Kapitel 3 behandelt den Emissionstrend und das Erreichen nationaler Ziele der Ozonvorläufersubstanzen NO_x, NMVOC und CO in Österreich.

- ☹ Die NO_x-Emissionen (Stickoxide) haben von 1990 bis 2004 um insgesamt 7 % zugenommen. Für 2004 wurde eine Gesamtemissionsmenge von etwa 227.000 Tonnen NO_x ermittelt, das sind um 1,3 % weniger als 2003.

Mit einer innerösterreichischen Emissionsmenge (d. h. ohne Tanktourismusanteile, vgl. Kapitel 3.1) von rd. 164.000 Tonnen NO_x im Jahr 2004 wird derzeit sowohl das Ziel des Ozongesetzes für 2006 wie auch das Ziel gemäß Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L) für 2010 noch deutlich überschritten. Die im Ozongesetz für 1996 und 2001 festgesetzten Ziele konnten nicht erreicht werden.

- ☺ Von 1990 bis 2004 konnten die gesamten NMVOC-Emissionen (Kohlenwasserstoffe ohne Methan) um rund 39 % auf 172.000 Tonnen reduziert werden. Dies ist vor allem auf eine deutliche Abnahme in der ersten Hälfte der 90er Jahre zurückzuführen. In den letzten Jahren konnte nur noch eine geringfügige Abnahme erzielt werden.

Das im Ozongesetz festgelegte Reduktionsziel einer 40 %igen Reduktion bis 1996 konnte erreicht werden, die vorgesehene Reduktion von 60 % bis 2001 wurde jedoch verfehlt. Zur Erreichung des Ziels für 2010 gemäß Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L) werden noch verstärkte Anstrengungen notwendig sein.

- ☹ Die CO -Emissionen (Kohlenmonoxid) konnten von 1990 bis 2004 um 39 % auf 742.000 Tonnen gesenkt werden. In den letzten Jahren kam es allerdings zu einer Stagnation der Reduktion.

Versauerung und Eutrophierung

Im Jahr 2004 setzte sich die Summe der versauernd wirkenden Luftemissionen aus 51,4 % NO_x , 39,2 % NH_3 , und 9,4 % SO_2 zusammen (vgl. Kapitel 4.2).

Die Stickstoffverbindungen NO_x und NH_3 können auch eutrophierend wirken. SO_2 spielt bei der Eutrophierung keine Rolle (vgl. Kapitel 4).

- ☺ Die größte Reduktion der versauernd wirkenden Luftschadstoffe konnten in den 80er Jahren erzielt werden. Von 1990 bis 2004 konnte eine weitere Verminderung um 12,5 % erreicht werden.
- ☺ 2004 betrug der gesamte SO_2 -Ausstoß (Schwefeldioxid) rund 29.000 Tonnen und lag somit um 61 % unter dem Wert von 1990. Von 2003 auf 2004 war eine SO_2 -Reduktion um 13,5 % zu verzeichnen. Das Ziel gemäß Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L) für 2010 wurde damit unterschritten.
- ☺ Die Ammoniakemissionen (NH_3) haben von 1990 bis 2004 um insgesamt 7 % abgenommen. Von 2003 auf 2004 kam es zu einem Rückgang von 1,5 %. Im Jahr 2004 lagen sie knapp unter dem Ziel von maximal 66.000 Tonnen NH_3 /Jahr für das Jahr 2010 gemäß Emissionshöchstmengengesetz-Luft.
- ☹ Die NO_x -Emissionen (Stickoxide) haben von 1990 bis 2004 um insgesamt 7 % zugenommen (siehe „Ozonvorläufersubstanzen“).

Staub

Kapitel 5 behandelt die Staubemissionen, unterteilt in „Gesamtschwebestaub“ (TSP), „Feinstaub“ (PM10) und „feine Partikel“ (PM2,5).

- ☹ Die TSP-Emissionen haben von 1990 bis 2004 um 5 % auf rund 95.000 Tonnen zugenommen. Von 2003 auf 2004 sind die TSP-Emissionen um 6 % angestiegen.



- ☹ Die PM10-Emissionen sind seit 1990 in etwa gleich geblieben (rund 47.000 Tonnen/Jahr). Von 2003 auf 2004 kam es zu einem Anstieg von 1,5 %.
- ☺ Die PM2,5-Emissionen sind von 1990 bis 2004 um 6 % auf etwa 27.000 Tonnen gesunken. Im Jahr 2004 wurden in etwa gleich viele PM2,5-Emissionen verursacht wie im Vorjahr.

Anzumerken ist, dass mit der Abschätzung von Staubemissionen erhebliche Unsicherheiten (insbesondere bei diffusen Quellen) einhergehen und somit noch weiterer Forschungsbedarf zur Verbesserung der Staubinventur besteht.

Schwermetalle

Kapitel 6 beschreibt den Emissionstrend der Schwermetalle Cadmium (Cd), Quecksilber (Hg) und Blei (Pb).

- ☺ Von 1990 bis 2004 konnten die Pb-Emissionen um 94 % auf etwa 13 Tonnen verringert werden. Die Emissionen von Quecksilber wurden im selben Zeitraum um 56 % und die Emissionen von Cadmium um 31 % auf je etwa eine Tonne reduziert.

Persistente organische Verbindungen (POPs)

In Kapitel 7 wird der Emissionstrend der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAKs) sowie der Dioxine und von Hexachlorbenzol (HCB) behandelt.

- ☺ Von 1990 bis 2004 konnte der Ausstoß von Dioxinmissionen um 75 % auf etwa 41 Gramm verringert werden. Die Emissionen von Hexachlorbenzol wurden im selben Zeitraum um 52 % auf etwa 44 Kilogramm und die Emissionen der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe um 49 % auf etwa 8,7 Tonnen reduziert.

1 GRUNDLAGEN DER INVENTUR

Im Rahmen der Umweltkontrolle wird vom Umweltbundesamt jedes Jahr eine Österreichische Luftschadstoff-Inventur (OLI) erstellt. Diese Inventur enthält die Datengrundlagen, die für die Erfüllung der inventurrelevanten Verpflichtungen nötig sind.

1.1 Österreichs Berichtspflichten

Zur Erfüllung der nationalen und internationalen Berichtspflichten Österreichs werden vom Umweltbundesamt folgende Berichte jährlich erstellt:

Tab. 1: Vom Umweltbundesamt jährlich veröffentlichte Berichte zur Erfüllung der Berichtspflichten für Luftemissionen.

Bericht	Datum
Austria's Annual National Greenhouse Gas Inventory (Treibhausgase)	Jänner
Austria's National Air Emission Inventory (klassische Luftschadstoffe)	Februar
Austria's National Inventory Report (Methodikbericht Treibhausgase)	April
Austria's Informative Inventory Report (Methodikbericht Luftschadstoffe)	Oktober

Darüber hinaus werden vom Umweltbundesamt im Rahmen der Umweltkontrolle zusätzlich Berichte zur Trendanalyse und -beschreibung publiziert:

Tab. 2: Zusätzliche Berichte zu den Luftemissionen.

Bericht	Datum
Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich	Februar
Emissionstrends in Österreich	Mai
Bundesländer Luftschadstoff-Inventur	August

Die Berichte sind unter <http://www.umweltbundesamt.at/luft/emiberichte> abrufbar.

1.2 Akkreditierte Überwachungsstelle

Österreich ist durch die Ratifizierung des Kyoto-Protokolls verpflichtet, seine Treibhausgasemissionen korrekt und vollständig zu erheben und an das Klimasekretariat der Vereinten Nationen (UNFCCC) zu berichten.

Um die hohen Anforderungen des Kyoto-Protokolls, Artikel 5.1 zu erfüllen, wurde ein Nationales Inventursystem (NISA) geschaffen. Das NISA baut auf der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI) als zentralem Kern auf und gewährleistet Transparenz, Konsistenz, Vergleichbarkeit, Vollständigkeit und Genauigkeit der Inventur.



Wichtiger Teil des NISA ist das Qualitätsmanagementsystem nach EN ISO/IEC 17020, das erfolgreich implementiert wurde. Das Umweltbundesamt ist seit 25. Jänner 2006 als weltweit erste Überwachungsstelle für die Erstellung einer Nationalen Treibhausgasinventur akkreditiert.

Eine Akkreditierung nach EN ISO/IEC 17020 bedeutet den Nachweis

1. eines wirksamen Qualitätsmanagementsystems;
2. der technischen Kompetenz aller Personen, die an der Treibhausgasinventur beteiligt sind. Dazu gehören eine gründliche Einschulung und verpflichtende Weiterbildung;
3. der Unabhängigkeit, Unparteilichkeit und Integrität aller Personen, die mit der Treibhausgasinventur beschäftigt sind. Das bedeutet, dass alle Mitglieder der Überwachungsstelle Emissionsbilanzen frei von finanziellem oder sonstigem Druck erarbeiten.

Dieser Nachweis wurde im Zuge eines Akkreditierungsaudits mit Vertretern und Vertreterinnen des Ministeriums für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) im September 2005 erbracht.



*Abb. 1:
Akkreditierte
Überwachungsstelle
Nr. 241 GZ BMWA-
92.715/0036-I/12/2005.*

Die Überwachungsstelle ist berechtigt, das Akkreditierungslogo auf dem jährlichen Inventurbericht – National Inventory Report (NIR, UMWELTBUNDESAMT 2006a) – zu tragen.

1.3 Emissionsermittlung

In der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI) werden jährlich die Mengen der in Österreich emittierten Luftschadstoffe ermittelt. Dabei hält sich die OLI an die CORINAIR⁷ Systematik der Europäischen Umweltagentur.

Bei großen Einzelquellen wird der Ausstoß von Luftschadstoffen ganzjährig kontinuierlich gemessen. Im Rahmen von Berichtspflichten werden die Emissionen von den Betrieben gemeldet und z. B. bei kalorischen Kraftwerken in der Dampfkessel-Datenbank des Umweltbundesamtes zusammengefasst. Da der Aufwand für eine umfassende kontinuierliche Messung für die unzähligen verschiedenen Einzelquellen (Haushalte, Verkehr, ...) zu hoch wäre, greift die OLI deshalb meist auf verallgemeinerte Ergebnisse von Einzelmessungen (Emissionsfaktoren) zurück. Mit deren Hilfe sowie mit Rechenmodellen und statistischen Hilfsgrößen wird auf jährliche

⁷ Core Inventory Air.

Emissionen umgerechnet. Bei den statistischen Hilfsgrößen handelt es sich dabei meist um den Energieverbrauch, welcher in der Energiebilanz als energetischer Endverbrauch bezeichnet wird (z. B. Benzinverbrauch). In allgemein gültiger Form werden diese Daten als „Aktivitäten“ bezeichnet. Ein Vorteil dieser Methode besteht in der Vergleichbarkeit von Emissionsinventuren.

Emissionsfaktoren sowie Aktivitäten und Rechenmodelle sind einem ständigen Prozess der Verbesserung und Aktualisierung unterworfen.

Aus Gründen der Transparenz wird für die Emissionsberechnungen im Rahmen der OLI auf publizierte Werte von Emissionsfaktoren und Aktivitäten zurückgegriffen (z. B. UMWELTBUNDESAMT 2004 b, c). Falls solche Werte für bestimmte Emissionsfaktoren in Österreich nicht zur Verfügung stehen, wird auf international übliche Werte aus den Kompendien der Berechnungsvorschriften (IPPC 1997, EEA 2005) zurückgegriffen.

Der vorliegende Bericht repräsentiert den Stand der Emissionsberechnungen vom Jänner 2006. Abweichungen zu Emissionsdaten in früher publizierten Berichten entstehen durch den kontinuierlichen Verbesserungsprozess der Inventur (vgl. Kapitel 1.4).

1.4 Aktualisierte Emissionsdaten (Revision)

Wie bereits erwähnt, sind Emissionsfaktoren sowie Aktivitäten und Rechenmodelle einem ständigen Prozess der Verbesserung und Aktualisierung unterworfen. Um die Konsistenz der Zeitreihe der österreichischen Luftemissionen sicherstellen zu können, müssen sämtliche Änderungen (z. B. Verbesserung der Methodik, Revisionen von Primärstatistiken) in Form einer jährlichen Revision auf die gesamte Zeitreihe angewendet werden.

Im Folgenden sind die wesentlichsten Änderungen der diesem Bericht zugrunde liegenden Inventur angeführt:

- Aufgrund der Einarbeitung einer neuen Studie (OBERNOSTERER et al. 2004) wurden die Fluorierten Gase in der diesjährigen Inventur stark revidiert. Als Basisjahr gilt nun auch für die F-Gase 1990.
- Die im Vergleich zum Vorjahresbericht erhöhten Lachgasemissionen im Bereich der Landwirtschaft sind auf eine Überarbeitung der Emissionsberechnung mit neuen, revidierten Stickstoffausscheidungsraten des österreichischen Viehs zurückzuführen.
- Durch methodische Verbesserungen konnten die CH₄-Emissionen im Sektor Sonstige im Vergleich zum Vorjahr besser abgeschätzt werden: Bisher wurden die Emissionen sowohl aus Deponien als auch aus den Abwasserbehandlungsanlagen entsprechend nationaler Methodiken berechnet. Aufgrund der geringeren Unsicherheiten wird ab der aktuellen Inventur nun die IPCC-Methodik angewandt. Weiters wurden die Abfallmengen von „restlichem Abfall“ (= „Nicht-Hausmüll“) vor 1998 auf Empfehlung des Expert Review Teams erstmals anhand des BIP abgeschätzt.
- Die Staubemissionen des Sektors Landwirtschaft wurden gemäß der neuen Methodik des EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2005 (EEA 2005) berechnet.



- Die Staubemissionen durch Wiederaufwirbelung im Verkehrssektor wurden in dieser Inventur erstmals in den nationalen Gesamtemissionen mitbetrachtet. Allerdings unterliegen diese Emissionen erheblichen Unsicherheiten.
- Emissionen die bei der Kohlehandhabung entstehen, wurden bisher zusammen mit den jeweiligen verbrennungsbedingten Emissionen berichtet. In der diesjährigen Inventur werden sie den so genannten „fugitiven Emissionen“ im Sektor Energieversorgung zugerechnet. Die Emissionen in den Sektoren Kleinverbraucher und Industrie verringern sich entsprechend.

Vom Umweltbundesamt wird jährlich eine detaillierte Methodikbeschreibung (inkl. der Beschreibung der methodischen Änderungen) in Form zweier Berichte (Austria's National Inventory Report und Austria's Informative Inventory Report) gesondert publiziert – zu finden auf der Homepage des Umweltbundesamtes unter <http://www.umweltbundesamt.at/luft/emiberichte>.

1.5 Luftschadstoffe

Luftschadstoffe können sich unterschiedlich auf die Umwelt auswirken. Die wesentlichen Problembereiche sind hierbei:

- direkte negative Auswirkungen erhöhter Emissionen auf die menschliche Gesundheit, die Umwelt sowie Sach- und Kulturgüter

verursacht durch

- den Treibhauseffekt (durch Emission von Treibhausgasen);
- die Bildung von bodennahem Ozon (aus Ozonvorläufersubstanzen);
- die Deposition von versauernd wirkenden Substanzen;
- die Deposition von überdüngend (,eutrophierend') wirkenden Substanzen;
- der Beitrag zur Belastung durch Schwebstaub (entweder durch direkte Staubemissionen oder durch die Emission von Gasen, aus denen in der Atmosphäre sekundäre Partikel entstehen können).

Folgende Tabelle zeigt, an welchen Umweltproblemen die in diesem Bericht behandelten Luftschadstoffe beteiligt sind:

Tab. 3: In der OLI erfasste Luftschadstoffe und deren Zuordnung zu verschiedenen Umweltproblemen:

Schadstoffe	Bezeichnung	Direkte Auswirkungen	Treibhauseffekt	Ozonvorläufer-substanzen	Versauerung	Eutrophierung	Schwebstaub
SO₂	SO ₂ und SO ₃ angegeben als SO ₂	X			X		X
NO_x	Stickstoffoxide (NO und NO ₂) angegeben als NO _x	X		X	X	X	X
NMVO	Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan und ohne Substanzen, die im Montreal Protokoll geregelt werden	X*		X			X
CH₄	Methan		X	X			
CO	Kohlenmonoxid	X		X			
CO₂	Kohlendioxid		X				
N₂O	Distickstoffmonoxid (Lachgas)		X				
NH₃	Ammoniak	X			X	X	X
Cd	Cadmium	X					
Hg	Quecksilber	X					
Pb	Blei	X					
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	X					
Dioxine	Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD)	X					
HFC	Wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe		X				
PFC	Perfluorierte Kohlenwasserstoffe		X				
SF₆	Schwefelhexafluorid		X				
Staub	Staub (TSP, PM10, PM2,5)	X					X
HCB	Hexachlorbenzol	X					

*: Nur bestimmte Substanzen dieser Gruppe, z. B. Benzol





1.6 Verursachereinteilung

Im Rahmen des Übereinkommens über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverunreinigungen der UNECE (UN-Berichtspflicht klassischer Luftschadstoffe) und des UN-Rahmenübereinkommens über Klimaänderungen (UN-Berichtspflicht über Treibhausgasemissionen) ist Österreich verpflichtet, den jährlichen Ausstoß bestimmter Luftemissionen zu berichten.

Die Sektoreinteilung dieses Berichts leitet sich von den beiden standardisierten UN-Berichtsformaten⁸ NFR⁹ und CRF¹⁰ ab. Dadurch wird vermieden, dass in verschiedenen Berichten unter der gleichen Sektorbezeichnung jeweils unterschiedliche Emissionsquellen zusammengefasst werden.

In den insgesamt sechs Verursacherektoren sind folgende Emittenten enthalten:

1. Sektor: Energieversorgung

Strom- und Fernwärmekraftwerke (inkl. energetischer Verwertung von Abfall)
 Raffinerie
 Energieeinsatz bei Erdöl- und Erdgasgewinnung
 Flüchtige Emissionen von Brenn- und Treibstoffen (Pipelines, Tankstellen)
 Emissionen aus der Kohlehandhabung

2. Sektor: Kleinverbraucher

Heizungsanlagen privater Haushalte, privater und öffentlicher Dienstleister, von (Klein-)Gewerbe und land- und forstwirtschaftlichen Betrieben
 Mobile Geräte privater Haushalte (z. B. Rasenmäher u. Ä.), land- und forstwirtschaftliche Geräte (z. B. Traktoren, Motorsägen u. Ä.), mobile Geräte sonstiger Dienstleister (Pistenraupen u. Ä.)

3. Sektor: Industrie

Prozess- und pyrogene Emissionen der Industrie
 Emissionen von fluorierten Gasen
 Offroad-Geräte der Industrie (Baumaschinen etc.)

4. Sektor: Verkehr

Straßenverkehr, Bahnverkehr, Schifffahrt, nationaler Flugverkehr

5. Sektor: Landwirtschaft

Verdauungsbedingte Emissionen des Viehs
 Emissionen von Gülle und Mist
 Düngung von organischem und mineralischem N-Dünger

⁸ Unter einem Berichtsformat versteht man die in der jeweiligen Berichtspflicht festgesetzte Darstellung und Aufbereitung von Emissionsdaten (Verursachersystematik und Zuordnung von Emittenten, Art und Weise der Darstellung von Hintergrundinformationen etc.).

⁹ Nomenclature For Reporting: Berichtsformat der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen (UNECE).

¹⁰ Common Reporting Format: Berichtsformat des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC).



6. Sektor: Sonstige

Abfallbehandlung und Lösemittelanwendung

ad. Abfall- und Abwasserbehandlung, Kompostierung (vorwiegend CH₄-Emissionen):

Emissionen aus Mülldeponien

Müllverbrennung ohne energetische Verwertung (ist von verhältnismäßig geringer Bedeutung, da Müllverbrennung zumeist mit Kraft-Wärme-Koppelung verbunden ist und daher größtenteils dem Sektor 1 zugeordnet ist)

Abwasser, Kompostierung

ad. Lösemittelanwendung (vorwiegend NMVOC-Emissionen):

Farb- und Lackanwendung

Reinigung, Entfettung

Herstellung und Verarbeitung chemischer Produkte

Bei allen Emissionswerten ist grundsätzlich zu beachten, dass stets nur anthropogene (vom Menschen verursachte) Emissionen diskutiert werden. Die nicht anthropogenen Emissionen (aus der Natur) sind nicht Teil der internationalen Berichtspflichten. Es wird daher in diesem Bericht nicht näher auf diese eingegangen.

Die Emissionen aus dem internationalen Flugverkehr werden ebenfalls nicht betrachtet; diese Emissionen werden zwar in den internationalen Konventionen angeführt, sind aber nicht in den nationalen Gesamtemissionen inkludiert.



2 TREIBHAUSGASE

Die Änderungen wesentlicher klimatologischer Größen sind auf die vom Menschen verursachten Emissionen der Treibhausgase zurückzuführen. Diese beeinflussen die Energieflüsse in der Atmosphäre durch die Absorption von Infrarot-Strahlung. Die wichtigsten anthropogenen Treibhausgasemissionen sind Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O).

Vermeehrt auftretende Wetteranomalien und Extremwetterereignisse werden heute von der überwiegenden Mehrzahl von Wissenschaftlern aus aller Welt auf den laufenden Klimawandel zurückgeführt.

Das Rahmenübereinkommen über Klimaänderungen

Am 9.5.1992 wurde das Rahmenübereinkommen über Klimaänderungen (UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change) in New York beschlossen und im Juni 1992 am Umweltgipfel in Rio de Janeiro zur Unterzeichnung aufgelegt. Bis April 2006 wurde es von 189 Staaten ratifiziert (Österreich: 28.2.1994). Es trat am 21. März 1994 in Kraft. Nach Artikel 7 des Rahmenübereinkommens wird die Konferenz der Vertragsparteien (COP, Conference of the Parties) als oberstes Organ des Übereinkommens eingesetzt.

Das Kyoto-Protokoll

Am 11.12.1997 wurde bei COP-3 in Kyoto/Japan das Kyoto-Protokoll beschlossen (Decision 1/CP.3, Adoption of the Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change). Es trat am 16. Februar 2005 in Kraft.

Durch das Kyoto-Protokoll wurden erstmals verbindliche Treibhausgas-Reduktionsziele für die Industriestaaten festgelegt. Die in Anlage I aufgeführten Vertragsparteien¹¹ sollen nach Artikel 3 ihre gesamten Emissionen von Treibhausgasen (CO₂, CH₄, N₂O, HFKW, FKW, SF₆) bis zur Periode 2008–2012 um zumindest 5 % – bezogen auf die Emissionen des Basisjahres – reduzieren. Basisjahr ist für die Treibhausgase CO₂, CH₄ und N₂O 1990, für HFKW, FKW und SF₆ kann 1990 oder 1995 gewählt werden. Die Europäische Union verpflichtete sich dabei, ihre Treibhausgasemissionen um 8 % zu reduzieren, wobei Österreichs Verpflichtung innerhalb der europäischen „Glockenlösung“ 13 % beträgt.

Das europäische System („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) beschlossen. 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 Monito-

¹¹ „In Anlage I aufgeführte Vertragspartei“ bedeutet eine Vertragspartei, die in Anlage I des Übereinkommens in seiner jeweils geänderten Fassung aufgeführt ist, oder eine Vertragspartei, die eine Notifikation nach Artikel 4 Absatz 2 Buchstabe g des Übereinkommens übermittelt hat.

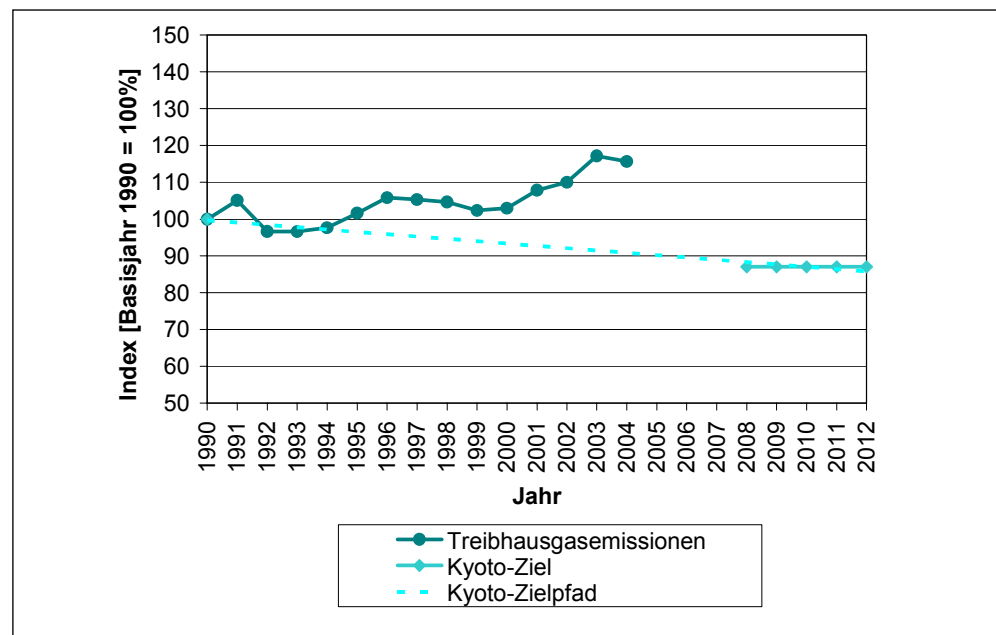
ring Mechanism den neuen Bestimmungen angepasst (Entscheidung 99/296/EG). Neben dem CO₂-Stabilisierungsziel bis zum Jahr 2000 wurden die Emissionsbegrenzungen bzw. -reduktionen aller im Kyoto-Protokoll vorgesehenen Treibhausgase (CO₂, CH₄, N₂O, HFKW, FKW, SF₆) in den Monitoring Mechanism aufgenommen.

In der Entscheidung 280/2004/EG¹² wurden sämtliche noch bisher ausstehende Verpflichtungen des Kyoto-Protokolls ins EU-Recht übernommen. Diese Bestimmungen betreffen vor allem die Verfahren zur Verbuchung, Berichterstattung und Überprüfung der Emissionen. Damit sollen sowohl eine hohe Transparenz als auch eine hohe Qualität und Vergleichbarkeit der Daten gewährleistet werden.

2.1 Emissionstrend 1990–2004

In Abbildung 2 ist die prozentuelle Entwicklung der österreichischen Treibhausgasemissionen in Bezug zum Kyoto-Ziel dargestellt.

Abb. 2:
Index-Verlauf der
österreichischen
Treibhausgasemissionen
im Vergleich zum Kyoto-
Ziel (siehe auch Kyoto-
Fortschrittsbericht,
UMWELTBUNDESAMT
2006c).



Mit einer Emissionsmenge von 91,3 Millionen Tonnen Kohlendioxid-Äquivalenten waren die Treibhausgasemissionen Österreichs 2004 um 1,3 % niedriger als im Vorjahr und um 15,7 % höher als im Basisjahr 1990. Sie lagen somit um 28,7 Prozentpunkte über dem Kyoto-Ziel.

In absoluten Zahlen lagen die Emissionen im Jahr 2004 um 12,4 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente über dem Basisjahr 1990 und um 22,6 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente über dem Kyoto-Ziel für 2008 bis 2012.

¹²Entscheidung Nr. 280/2004/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Februar 2004 über ein System zur Überwachung der Treibhausgasemissionen in der Gemeinschaft und zur Umsetzung des Kyoto-Protokolls.



In Tabelle 4 wurden die anthropogenen Emissionen der Treibhausgase CO₂, CH₄, N₂O und der drei F-Gas-Gruppen¹³ entsprechend ihrem unterschiedlichen Treibhauspotenzial („global warming potential – GWP“)¹⁴ berücksichtigt.

Luftemissionen	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	F-Gase gesamt	Gesamt
GWP	1	21	310	140 bis 23.900	
Basisjahr ¹⁵	61,93	9,17	6,24	1,60	78,94
1990	61,93	9,17	6,24	1,60	78,94
1991	65,48	9,14	6,58	1,79	82,98
1992	60,04	8,85	6,19	1,21	76,28
1993	60,41	8,82	6,02	1,00	76,25
1994	60,76	8,63	6,46	1,25	77,10
1995	63,65	8,51	6,57	1,48	80,22
1996	67,32	8,33	6,27	1,63	83,55
1997	67,15	8,05	6,29	1,64	83,13
1998	66,83	7,93	6,38	1,45	82,59
1999	65,44	7,75	6,31	1,29	80,78
2000	66,18	7,59	6,19	1,30	81,26
2001	70,17	7,47	6,07	1,41	85,13
2002	71,93	7,33	6,07	1,51	86,84
2003	77,55	7,36	6,04	1,56	92,51
2004	77,08	7,41	5,28	1,53	91,30
Basisjahr bis 2004	+24,5 %	-19,2 %	-15,4 %	-4,6 %	+15,7 %
Anteile 2004	84,4 %	8,1 %	5,8 %	1,7 %	100 %

Tab. 4:
Treibhausgasemissionen
in Österreich (Millionen
Tonnen CO₂-
Äquivalente).

Hauptverantwortlich für die hohe Summe an Treibhausgasen war 2004 das Kohlendioxid mit einem Anteil von 84,4 %. Methan trug im selben Jahr 8,1 % bei, gefolgt von Lachgas mit 5,8 % und den drei F-Gasen mit insgesamt 1,7 %.

Seit 1990 ist der Ausstoß an Kohlendioxid in Österreich um 24,5 % gestiegen. Die CH₄-Emissionen konnten dagegen im selben Zeitraum um 19,2 %, die N₂O-Emissionen um 15,4 % und die Emissionen der F-Gase um 4,6 % reduziert werden.

¹³HFKW (teilfluorierte Kohlenwasserstoffe), FKW (vollfluorierte Kohlenwasserstoffe), SF₆ (Schwefelhexafluorid).

¹⁴Das Treibhauspotenzial ist ein zeitabhängiger Index, mit dem der Strahlungsantrieb auf Massenbasis eines bestimmten Treibhausgases in Relation zu dem Strahlungsantrieb von CO₂ gesetzt wird. In der ersten Verpflichtungsperiode werden die im Kyoto-Protokoll genannten Gase gemäß ihrem Treibhauspotenzial gewichtet, das sich gemäß Second Assessment Report der IPCC aus dem Jahr 1995 auf einen Zeitraum von 100 Jahren bezieht. Laut Definition hat CO₂ ein Treibhauspotenzial von 1, Methan ein Treibhauspotenzial von 21, Lachgas ein Treibhauspotenzial von 310, die F-Gase von 140 bis zu 23.900 (immer bezogen auf einen Zeitraum von 100 Jahren).

¹⁵Basisjahr für CO₂, CH₄, N₂O: 1990; für F-Gase ab jetzt auch 1990 (Vorjahresbericht:1995).

Aufgrund der Einarbeitung einer neuen Studie (OBERNOSTERER et al. 2004) wurden die Fluorierten Gase in der diesjährigen Inventur stark revidiert. Als Basisjahr gilt nun auch für die F-Gase 1990.

Ursachen

Der Grund für den allgemeinen Anstieg der Treibhausgasemissionen liegt im Wesentlichen beim steigenden fossilen Brennstoffeinsatz und den damit ebenfalls steigenden CO₂-Emissionen.

Über den Zeitraum 1990–2004 verzeichnete der Verkehr den mit Abstand stärksten (absoluten) Zuwachs, gefolgt von der öffentlichen Strom- und Wärmeproduktion und der Industrie, insbesondere der Eisen- und Stahlerzeugung. Bedeutende Reduktionen wurden hingegen bei den Mülldeponien sowie in der Landwirtschaft erzielt.

Die Emissionsspitze des Jahres 1991 sowie der Anstieg 1996 sind auf verhältnismäßig kalte Winter und den damit einhergehenden erhöhten Brennstoffeinsätzen zur Wärme- und Stromgewinnung zurückzuführen.

Der Anstieg im Jahr 2001 lässt sich ebenfalls mit erhöhten Brennstoffverbräuchen bedingt durch den kalten Winter, andererseits aber auch mit einer vermehrten Beschickung von Strom- und Fernwärmekraftwerken mit emissionsintensiver Braun- und Steinkohle erklären.

Hauptverantwortlich für den Anstieg von 2002 auf 2003 waren wieder die Strom- und Wärmeproduktion in kalorischen Kraftwerken, der Straßenverkehr und der Raumwärmesektor.

Ein Überblick über den aktuellen Umsetzungsgrad der Maßnahmen und Instrumente zur Erreichung des Kyoto-Ziels Österreichs ist im Evaluierungsbericht zur Klimastrategie 2002 zu finden (ÖSTERREICHISCHE ENERGIEAGENTUR & UMWELT-BUNDESAMT 2006). Der Bericht ist unter www.umweltbundesamt.at abrufbar.

2.2 Aktuelle Entwicklung 2003–2004

Im Jahr 2004 betrug die Treibhausgasemissionen Österreichs 91,3 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. Sie waren somit um 1,3 % niedriger als im vergangenen Jahr 2003. Hauptverantwortlich für diesen Rückgang waren die Strom- und Wärmeproduktion in kalorischen Kraftwerken, der geringere Heizbedarf im Raumwärmesektor aufgrund der günstigen Witterung 2004 sowie der verstärkte Einsatz von Biomasse.

Treibhausgase

Die den Trend dominierenden CO₂-Emissionen sanken von 2003 auf 2004 um 0,6 %. Diese Reduktion ist auf eine Abnahme der CO₂-Emissionen aus der öffentlichen Strom- und Wärmeproduktion in kalorischen Kraftwerken und aus dem Raumwärmesektor zurückzuführen. Wichtigste treibende Kräfte dafür waren eine Zunahme der Stromerzeugung aus Wasserkraft sowie der Rückgang der Heizgradtage. Die Methanemissionen gingen im Vergleich zu 2003 um 0,7 % zurück. Die Lachgasemissionen gingen im selben Zeitraum sogar um 12,5 % zurück, wobei sich

vor allem die Inbetriebnahme einer Lachgas-Zersetzungsanlage in der chemischen Industrie bemerkbar machte. Das In-Kraft-Treten der HFKW-FKW-SF₆-Verordnung¹⁶ (BGBl. II Nr. 447/2002) (Industriegasverordnung) 2002, welche den Einsatz von SF₆ als Füllgas in Schallschutzfenstern, Schuhen und Reifen verbietet, führte zu einer Abnahme der Fluorierten Gase im Vergleich zum Vorjahr um 1,9 %.

Sektoren

Im Sektor Verkehr kam es von 2003 auf 2004 zu einem Anstieg der Treibhausgasemissionen um 2,6 %. Die Treibhausgasemissionen der Gruppe der Sonstigen (bei den Treibhausgasen hauptsächlich verursacht von Methan aus Mülldeponien, vgl. Kapitel 2.3) nahmen um 0,9 % zu. Der größte Rückgang war 2004 bei den Kleinverbrauchern zu verzeichnen (– 6,8 %). Im Bereich der Energieversorgung konnten die Treibhausgasemissionen um 3,5 % reduziert werden und in der Landwirtschaft war eine Abnahme um 1,8 % zu verzeichnen. Im Bereich der Industrie kam es von 2003 bis 2004 nur zu einer geringfügigen Reduktion von 0,1 %.

2.3 Entwicklung nach Sektoren

In folgender Abbildung sind die Anteile der sechs Verursachersektoren an den Treibhausgasemissionen Österreichs für das Jahr 2004 dargestellt.

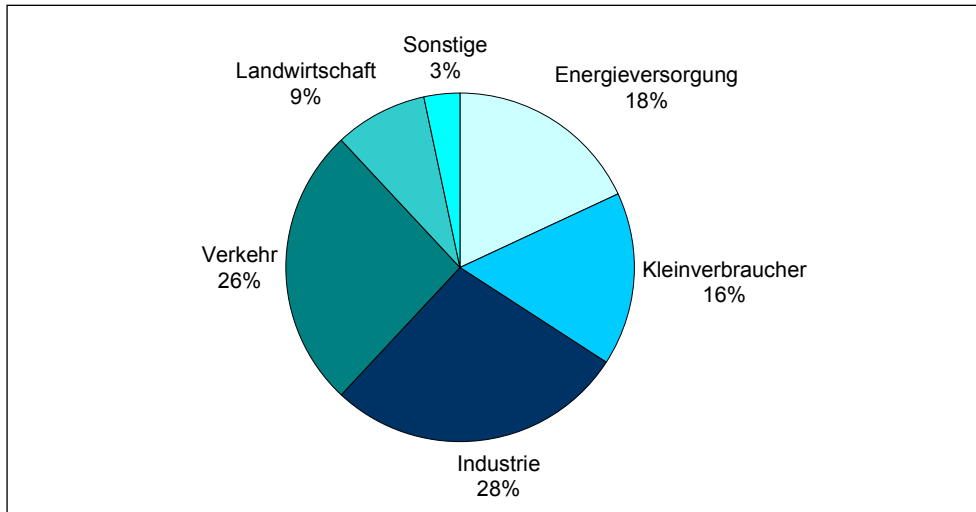


Abb. 3:
Anteile der Verursachersektoren an den Treibhausgasemissionen 2004.

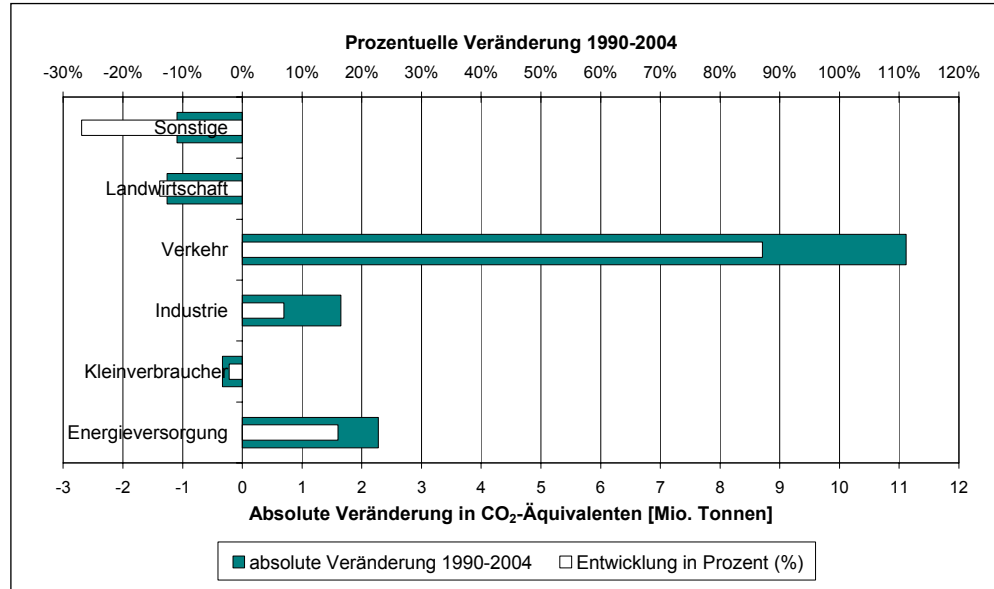
2004 lagen die Anteile der einzelnen Emittentengruppen an den gesamten Emissionen der Treibhausgase für den Sektor Industrie bei 28 %, für den Sektor Verkehr bei 26 %, für die Kleinverbraucher bei 16 %, für die Energieversorgung bei 18 % und für die Landwirtschaft bei 9 %. Die Gruppe der Sonstigen emittierte im selben Jahr 3 % der Klimagase, wobei es sich hier zum überwiegenden Teil um Methanemissionen aus Mülldeponien handelt.

¹⁶HFKW-FKW-SF₆-VERORDNUNG (BGBl. II Nr. 447/2002): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Verbote und Beschränkungen teilfluorierter und vollfluorierter Kohlenwasserstoffe sowie von Schwefelhexafluorid.

Trends

In Abbildung 4 ist die absolute und relative Veränderung des Treibhausgasausstoßes der sechs Sektoren von 1990 bis 2004 dargestellt.

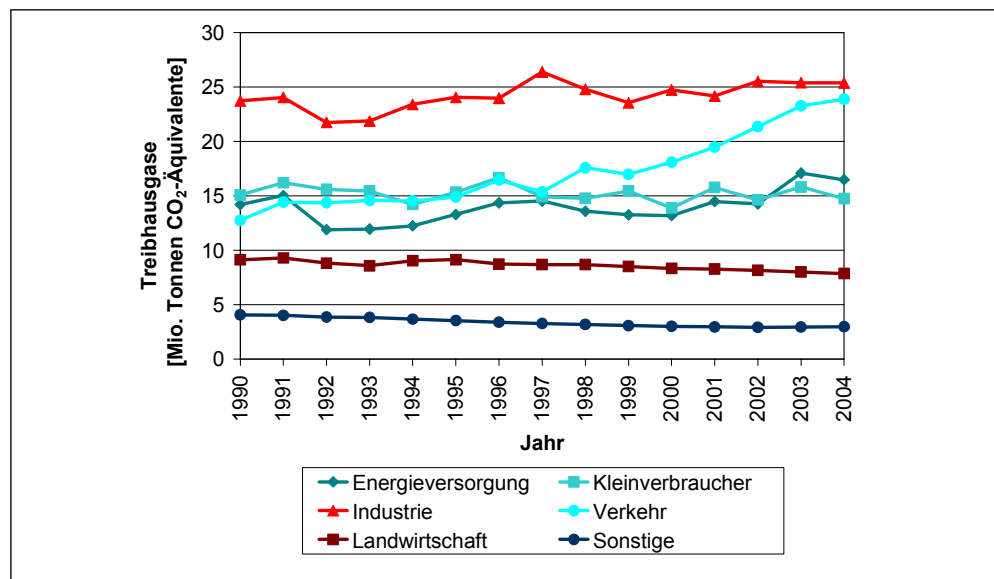
Abb. 4:
Veränderung des
Treibhausgasausstoßes
der sechs Verursacher-
sektoren von 1990 bis
2004 (absolut in
Millionen Tonnen CO₂-
Äquivalente und
in Prozent).



Die Treibhausgasemissionen des Sektors Verkehr sind zwischen 1990 und 2004 um 87 % (11,1 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente) angestiegen. Es folgen der Energieversorgungssektor mit einem Zuwachs von 16 % (2,3 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente) und die Industrie mit einem Zuwachs von 7 % (1,7 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente). Die Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft sind von 1990 bis 2004 um 14 % (– 1,3 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente), jene der Sonstigen um 27 % (– 1,1 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente) und jene der Kleinverbraucher um 2 % (– 0,3 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente) gesunken.

Abbildung 5 gibt die Emissionstrends der einzelnen Emittentengruppen in CO₂-Äquivalenten wieder.

Abb. 5:
Treibhausgasemissionen
nach Sektoren
1990–2004.





Ursachen

Die Treibhausgase des Verkehrssektors unterliegen den größten Steigerungsraten. Seit 1990 kam es zu einer Zunahme von 87 %. Allein gegenüber dem Vorjahr stiegen die Emissionen um 2,6 %. 1990 hatte der Sektor Verkehr einen Anteil von 16 % an den gesamten Treibhausgasemissionen, im Jahr 2004 hatte er bereits einen Anteil von 26 %. 99 % der Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors nahm 2004 das bei der Verbrennung von Treibstoffen freigesetzte CO₂ ein, der Rest war zum überwiegenden Teil N₂O. Methan spielt bei den Emissionen des Verkehrssektors kaum eine Rolle.

Anzumerken ist, dass die Emissionsberechnungen auf dem in Österreich verkauften Treibstoff basieren. Dadurch sind bei den Verkehrsemissionen auch jene Emissionen inkludiert, die aufgrund von in Österreich gekauftem, aber im Ausland verfahrenen Treibstoff entstehen („Tanktourismus-Emissionen“).

Basierend auf einer Studie zum Tanktourismus (LEBENS MINISTERIUM 2005) wurde für Diesel ein Tanktourismusanteil von 32 % und für Benzin ein Tanktourismusanteil von 24 % im Jahr 2004 ermittelt. Die Berechnungen ergaben, dass der Tanktourismus für annähernd ein Drittel der bilanzierten Verkehrsemissionen des Jahres 2004 verantwortlich war.

Die Treibhausgasemissionen der Energieversorgung bestanden 2004 zu 96 % aus CO₂ und zu 4 % aus Methan und stiegen im Zeitraum von 1990 bis 2004 insgesamt um 16 % an. Ab dem Jahr 2000 ist ein massiver Zuwachs zu verzeichnen. Wichtigster Verursacher ist die Strom- und Wärmeproduktion in kalorischen Kraftwerken, insbesondere aufgrund des steigenden Stromverbrauches. Der Anteil der Energieversorgung an den gesamten Treibhausgasemissionen blieb seit 1990 mit 18 % konstant.

Die Treibhausgasemissionen aus dem Industriesektor sind seit 1990 um 7 % gestiegen. Der Anteil der Industrie an den gesamten österreichischen Treibhausgasemissionen dagegen verringerte sich um zwei Prozentpunkte auf 28 %. Maßgeblich für den Anstieg war die Entwicklung der Kohlendioxidemissionen aus der Eisen- und Stahlerzeugung und aus dem Energieverbrauch der anderen Industriezweige. Die Treibhausgase der Industrie bestanden 2004 zu etwa 92 % aus CO₂, zu 6 % aus F-Gasen und zu 2 % aus N₂O.

Die Treibhausgasemissionen der Kleinverbraucher nahmen im Zeitraum 1990 bis 2004 um 2 % leicht ab. Ihr Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen nahm im selben Zeitraum um drei Prozentpunkte ab. 96 % der Treibhausgasemissionen dieses Sektors kamen 2004 aus CO₂ und je 2 % aus CH₄ und N₂O. Generell haben sich die Emissionen stark in Abhängigkeit von der Temperaturentwicklung und dem damit verbundenen Heizaufwand entwickelt. Etwa 12 % der Emissionen dieses Sektors stammen von Offroad-Geräten der Land- und Forstwirtschaft.

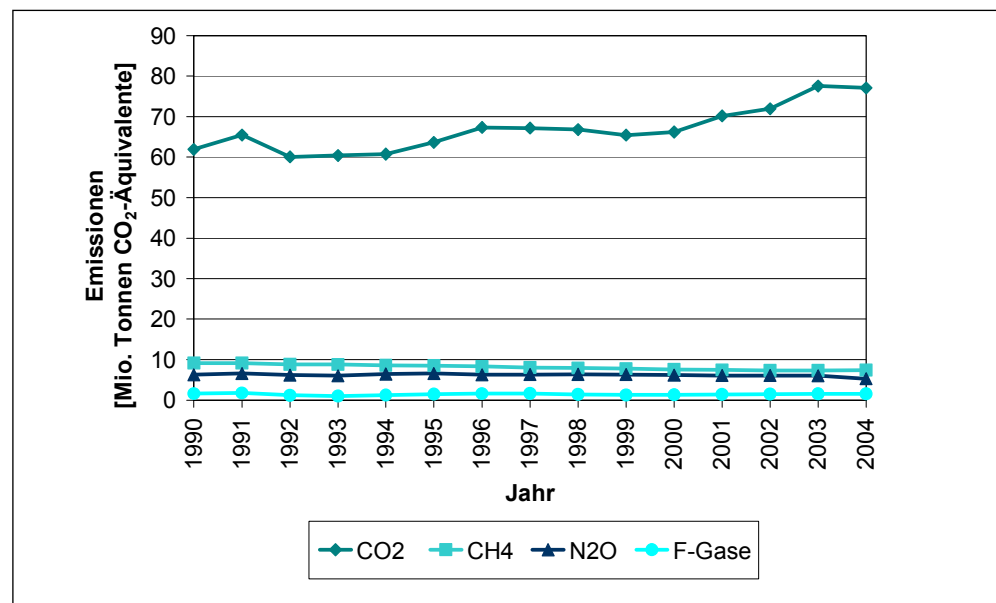
Die Treibhausgasemissionen des Landwirtschaftsbereiches bestanden im Jahr 2004 zu 53 % aus CH₄- und zu 47 % aus N₂O-Emissionen. Sie sind seit 1990 um 14 % gesunken. Rückläufige Viehbestandszahlen, der (damit einhergehende) verringerte Anfall von organischem Dünger und ein variierender Kunstdüngereinsatz sind die wesentlichsten Einflussgrößen der Emissionsentwicklung. Der Anteil der Landwirtschaft an den gesamten Treibhausgasemissionen Österreichs war im Jahr 2004 mit 9 % um drei Prozentpunkte niedriger als 1990.

Die Treibhausgasemissionen der Gruppe der Sonstigen setzten sich 2004 zu 77 % aus Methan, zu 16 % aus N₂O und zu 7 % aus CO₂ zusammen. Sie haben seit 1990 um 27 % abgenommen. Ihr Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen hat sich somit im selben Zeitraum von 5 % auf 3 % verringert. Die laufend steigende Gaserfassungsrate bei Deponien sowie die Reduktion des organischen Anteils im deponierten Restmüll stellen für Methan die bedeutendsten Reduktionsmaßnahmen dieses Sektors dar.

2.4 Entwicklung nach Gasen

Abbildung 6 gibt die Emissionstrends der einzelnen Treibhausgase in CO₂-Äquivalenten wieder.

Abb. 6:
Treibhausgasemissionen
nach Gasen
1990 bis 2004.



CO₂-Emissionen: Sie sind Hauptverursacher des Treibhauseffektes und daher Trend bestimmend. Die anthropogenen CO₂-Emissionen stiegen zwischen 1990 und 2004 um 24,5 % (15,2 Millionen Tonnen) an, gegenüber 2003 konnten sie 2004 allerdings um 0,6 % gesenkt werden. In absoluten Zahlen stiegen die gesamten CO₂-Emissionen Österreichs somit auf 77,1 Millionen Tonnen im Jahr 2004 an. Die wichtigste Emissionsquelle stellt die energetische Nutzung fossiler Energieträger (Verbrennung) dar.

Der Verlauf der CO₂-Emissionen hängt wesentlich von folgenden Faktoren ab:

- Wirtschaftswachstum,
- Temperaturverlauf und dem damit verbundenen Heizaufwand,
- Stromproduktion in Wasserkraftwerken (sie beeinflusst den notwendigen Ausgleich aus kalorischen Kraftwerken),
- Energiemix der kalorischen Kraftwerke, da etwa bei der Verbrennung von Erdgas pro Energieeinheit rund 40 % weniger CO₂ emittiert wird als bei der Verbrennung von Kohle,



- Steigerungen der Energieeffizienz,
- Umstrukturierung der Wirtschaft.

In Abbildung 7 ist zu erkennen, dass das CO₂-Stabilisierungsziel 2000 nicht erreicht wurde. Die CO₂-Zunahme um 24,5 % von 1990 bis 2004 ist Hauptursache für den derzeitigen Treibhausgas-Trend von plus 15,7 %.

CH₄-Emissionen: Methan ist das zweitwichtigste Treibhausgas mit einem Anteil von 8,1 % an den gesamten Treibhausgasemissionen im Jahr 2004. Die CH₄-Emissionen konnten von 1990 bis 2004 um 1,8 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente (– 19,2 %) gesenkt werden. Hauptverantwortlich für die Reduktionen waren der Rückgang des jährlich deponierten Abfalls (vor allem Anfang der 90er Jahre), der sinkende Anteil an organischem Material im Restmüll, der erhöhte Deponiegaserfassungsggrad sowie die sinkenden Rinderzahlen im Sektor Landwirtschaft.

N₂O-Emissionen: Die N₂O-Emissionen lagen 2004 um 15,4 % (– 1 Million Tonnen CO₂-Äquivalente) unter dem Wert von 1990 und machten 5,8 % aller Treibhausgasemissionen aus. Im Jahr 2004 war der Landwirtschaftssektor mit einem Anteil von 70 % größter Emittent. Hauptverantwortlich für den Rückgang der N₂O-Emissionen seit 1990 waren Emissionsreduktionsmaßnahmen in der chemischen Industrie, der sinkende Mineräldüngereinsatz und der geringere Gülleeinsatz in der Landwirtschaft aufgrund sinkender Rinderzahlen.

F-Gase: Seit dem Basisjahr 1990 ist die Summe der F-Gase (HFKW, FKW und SF₆) um 4,6 % gesunken. Im Jahr 2004 hatten die F-Gase einen Anteil von 1,7 % an den gesamten Treibhausgasemissionen. Das In-Kraft-Treten der Industriegasverordnung 2002, welche den Einsatz von SF₆ als Füllgas in Schallschutzfenstern, Schuhen und Reifen verbietet, führte zu einer Abnahme der Fluorierten Gase von 2003 auf 2004 um 1,9 %.

2.4.1 Kohlendioxid (CO₂)

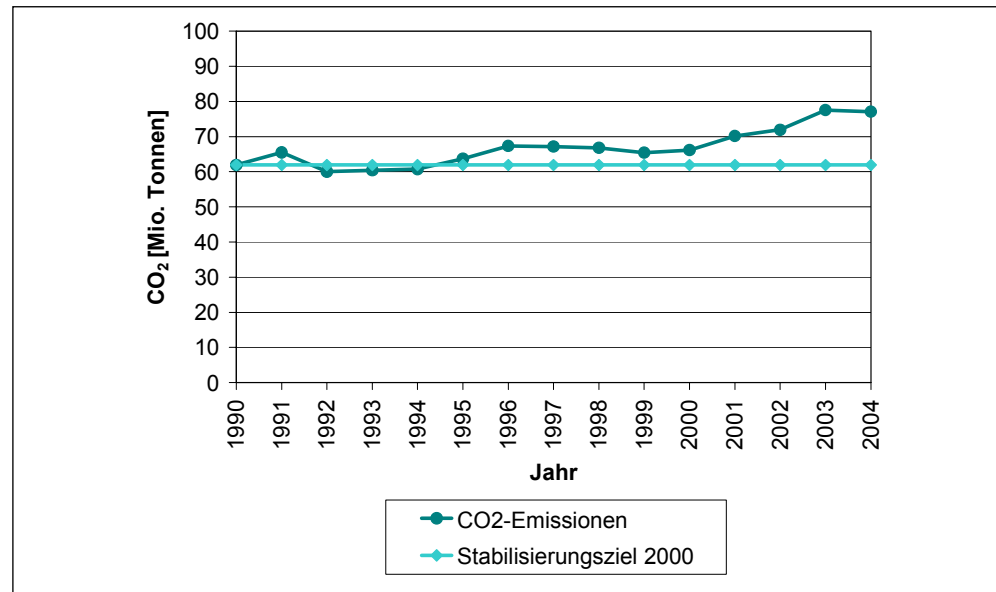
CO₂ entsteht überwiegend durch Verbrennung fossiler Brennstoffe wie Erdgas, Erdöl und Kohle. Im Jahr 2004 wurden in Österreich 77,1 Millionen Tonnen CO₂ emittiert und damit um 15,2 Millionen Tonnen (24,5 %) mehr als im Kyoto-Basisjahr 1990.

Im Gegensatz zu anderen Luftemissionen, bei welchen bei der Emissionsermittlung technologische Aspekte der Verbrennung eine wesentliche Rolle spielen, sind die CO₂-Emissionen primär vom Brennstoffeinsatz (Brennstoffart und Brennstoffmenge) abhängig. Überarbeitete Energiebilanzen der STATISTIK AUSTRIA wirken sich daher deutlich auf die entsprechenden CO₂-Emissionen aus.

Trend

In folgender Abbildung sind der CO₂-Emissionstrend Österreichs sowie das Stabilisierungsziel 2000 dargestellt.

Abb. 7:
CO₂-Emissionen 1990
bis 2004 und
Stabilisierungsziel für
das Jahr 2000.



Nach einer Spitze im Jahr 1991, bedingt durch die gute Konjunktur und einen kalten Winter, kam es zu einem Tief 1992 infolge einer geringeren Industrieproduktion und einem rückläufigen Stromverbrauch in Kombination mit einer erhöhten Wasserkraftproduktion.

Danach stiegen die CO₂-Emissionen stetig bis 1996 an. Die hohen Emissionen im Jahr 1996 resultierten aus dem Rückgang der Wasserkraftproduktion sowie dem erhöhten Brennstoffeinsatz aufgrund des kalten Winters 1996.

Nach leichten Reduktionen bis zum Jahr 1999 kam es 2001 erneut zu einem beachtlichen Zuwachs. Die Hauptverursacher dafür waren die öffentlichen Strom- und Fernwärmekraftwerke, welche durch den vermehrten Brennstoffeinsatz (insbesondere von Kohle) im Vergleich zu 2000 beachtlich mehr CO₂ emittierten.

Die mit Abstand größten Zuwachsraten im gesamten Berichtszeitraum sind im Verkehrssektor zu verzeichnen. Dieser war auch hauptverantwortlich für die Zunahme der CO₂-Emissionen im Jahr 2002.

Von 2002 auf 2003 gab es einen weiteren starken Anstieg der CO₂-Emissionen. Die Hauptursache dafür war ein Anstieg der öffentlichen Strom- und Wärmeproduktion in kalorischen Kraftwerken. Neben einem starken Anstieg des Stromverbrauches (plus zehn Prozent) kam es gleichzeitig zu einer Verminderung der Stromproduktion aus Wasserkraft infolge eines sehr trockenen Sommers.

Von 2003 auf 2004 sanken die CO₂-Emissionen um 0,6 %. Diese Reduktion ist auf eine Abnahme der CO₂-Emissionen aus der öffentlichen Strom- und Wärmeproduktion in kalorischen Kraftwerken und aus dem Raumwärmesektor zurückzuführen. Treibende Kräfte dafür waren eine Zunahme der Stromerzeugung aus Wasserkraft, ein Rückgang der Heizgradtage sowie der erhöhte Einsatz von Biomasse.

Hauptverursacher

2004 verursachte der Sektor Verkehr 30,6 %, die Industrie 30,3 %, die Energieversorgung 20,4 %, der Sektor Kleinverbraucher 18,4 % und der Sektor Sonstige 0,3 % der gesamten CO₂-Emissionen. Der Sektor Landwirtschaft verursacht keine anthropogenen CO₂-Emissionen, da der Betrieb von Geräten und die Raumheizung im Sektor Kleinverbraucher enthalten sind.

In folgender Abbildung sind die CO₂-Emissionstrends der Verursacher dargestellt.

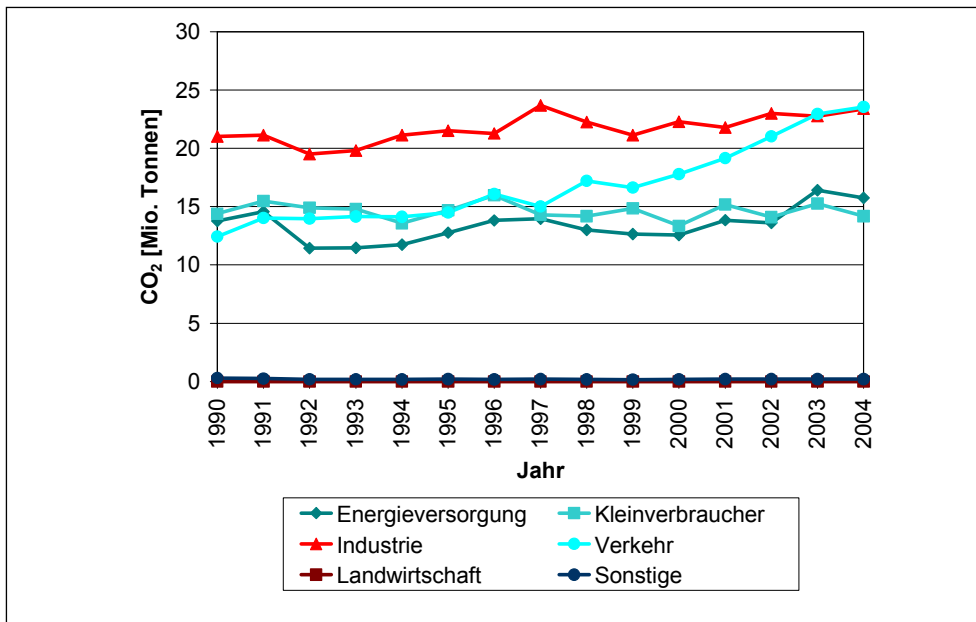


Abb. 8:
CO₂-Emissionstrend
nach Sektoren
1990 bis 2004.

Der größte Verursacher der CO₂-Emissionen ist der Verkehr, der mit einem Zuwachs von plus 2,7 % im Jahr 2004 nach wie vor einen steigenden Trend aufweist. Die CO₂-Emissionen dieses Sektors sind zwischen 1990 und 2004 um insgesamt 89 % angestiegen.

Dieser Sektor besitzt – insbesondere getrieben durch den zunehmenden Tanktourismus nach Österreich – eine außerordentliche Dynamik: Während die CO₂-Emissionen von 1990 bis 1995 um 17 % stiegen, so ist im Zeitraum 1995 bis 2004 ein Anstieg um 63 %, also fast das Vierfache, zu verzeichnen.

Betrachtet man nur die innerösterreichischen Emissionen (d. h. ohne Tanktourismusannteile), so ist bei den CO₂-Emissionen dieses Sektors von 1990 bis 2004 ein Anstieg um etwa 20 % zu verzeichnen.

Die CO₂-Emissionen aus Österreichs Industrie, dem zweitgrößten Sektor, sind gegenüber dem Vorjahr um 2,8 % angestiegen. Seit 1990 kam es insgesamt zu einer Zunahme um 11 %.

Die CO₂-Emissionen aus dem Sektor Energieversorgung stiegen um insgesamt 14 %, wobei 2003 auf 2004 eine Abnahme um 4 % zu verzeichnen ist.

Im Sektor der Kleinverbraucher kam es seit 1990 zu einer geringfügigen Abnahme von lediglich 1 %, von 2003 auf 2004 betrug die Abnahme allerdings 7,1 %.

Bei den Sonstigen (Mülldeponien und Lösemittelanwendung) ist insgesamt eine Reduktion um 35 % zu verzeichnen. Da die CO₂-Emissionen aus diesem Bereich im Jahr 2004 aber nicht einmal 1 % der CO₂-Gesamtemissionen einnahmen, sind sie von sehr untergeordneter Bedeutung.

Ursachen

Die CO₂-Emissionen Österreichs entwickeln sich in etwa parallel zum Einsatz fossiler Energieträger. Die biogenen Brennstoffe hingegen gelten als „CO₂-neutral“, da die Menge an CO₂, die bei der Verbrennung des Brennstoffes freigesetzt wird, im nachwachsenden Brennstoff wieder eingebunden wird. Es entsteht also kein die Atmosphäre zusätzlich belastendes CO₂ und wird deshalb nicht den anthropogenen Gesamtemissionen zugerechnet.

Zu beachten ist, dass für die Trendbetrachtung CO₂-Senken nicht berücksichtigt 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.

2004 war der Sektor Verkehr Hauptverursacher der CO₂-Emissionen. Neben den steigenden Fahrleistungen im Straßenverkehr wirkt sich der erhöhte Tanktourismus aufgrund vergleichsweise niedriger Treibstoffpreise in Österreich aus. Für rund zwei Drittel der Kraftstoffexporte ist der Schwerverkehr verantwortlich, der Rest wird im PKW ins benachbarte Ausland exportiert (LEBENS MINISTERIUM 2005).

Die Berechnungen im Rahmen der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI) ergaben für CO₂ einen Tanktourismusanteil von etwa 32 % der bilanzierten Verkehrsemissionen 2004.

Der Anstieg der Kohlendioxidemissionen des Sektors Energieversorgung von 1990 bis 2004 ist auf eine steigende Strom- und Wärmeproduktion der kalorischen Kraftwerke zurückzuführen. Diese Entwicklung ist auch vor dem Hintergrund des ständig steigenden Stromverbrauchs in Österreich zu sehen (plus 34 % zwischen 1990 und 2004). In den letzten Jahren wurde wieder vermehrt Kohle eingesetzt, was zu einem Emissionsanstieg führte. Gegenüber dem Vorjahr sanken die Emissionen im Wesentlichen aufgrund der vermehrten Erzeugung aus Wasserkraft.

Die Emissionsreduktion des Sektors Kleinverbraucher von 2003 auf 2004 ist im Wesentlichen auf die milde Witterung in der Heizperiode 2004 und dem dadurch verringerten Brennstoffeinsatz zurückzuführen. Die Verlagerung des Brennstoffmix von Öl zugunsten Gas und Biomasse wirkt sich ebenfalls positiv auf den Emissionstrend aus.

Der laufend zunehmende Energieeinsatz fossiler Brennstoffe in industriellen Verbrennungsvorgängen sowie die gesteigerte Eisen- und Stahlproduktion sind für den zunehmenden Emissionstrend im Sektor Industrie verantwortlich.

Ziel

Das Stabilisierungsziel, die CO₂ Emissionen gemäß dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC) bis zum Jahr 2000 auf der Höhe von 1990 zu stabilisieren, wurde eindeutig verfehlt (vgl. Abbildung 7).

2.4.2 Methan (CH₄)

Methan ist das zweitwichtigste Treibhausgas mit einem Anteil von 8,1 % an den gesamten Treibhausgasemissionen im Jahr 2004. Es entsteht hauptsächlich bei der Verdauung von Pflanzenfressern (in Österreich primär von Kühen), dem Gülle-Management und beim Abbauprozess in Deponien. Hauptverantwortliche Emittenten sind damit die Landwirtschaft und die der Verursacherguppe der „Sonstigen“ zugeordneten Mülldeponien.

Die in diesem Bericht ebenfalls der Verursacherguppe der Sonstigen zugeordneten Lösemittel verursachen keine Methanemissionen. Die Methanemissionen der Gruppe der Sonstigen werden ausschließlich bei der Abfallbehandlung (vorwiegend Mülldeponien) emittiert.

Emittiertes Methan besitzt eine Verweildauer in der Atmosphäre von etwa 9 Jahren und hat ein um den Faktor 21 höheres Treibhauspotenzial als Kohlendioxid.

Trend

In folgender Abbildung ist der CH₄-Emissionstrend Österreichs von 1990 bis 2004 dargestellt.

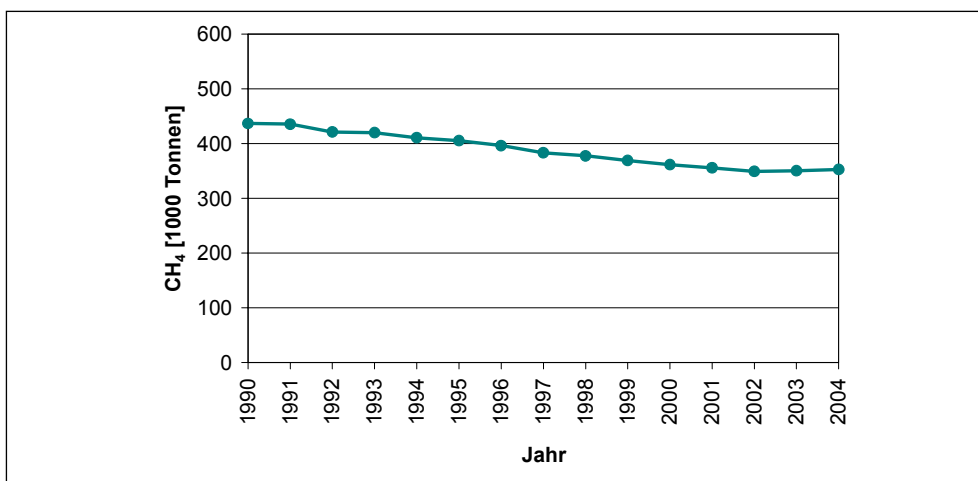


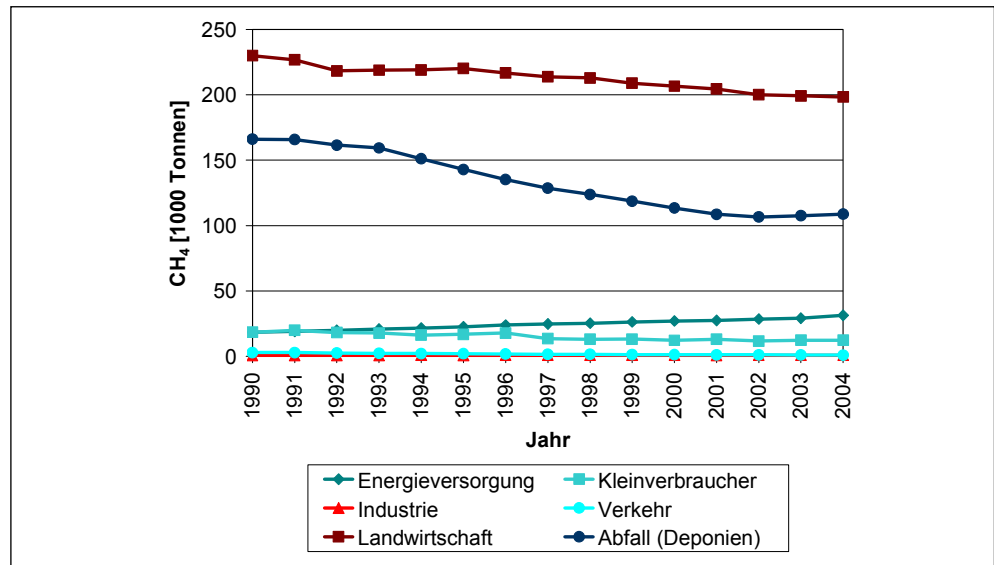
Abb. 9:
CH₄-Emissionstrend
1990 bis 2004.

Im Jahr 2004 wurden in Österreich 353.000 Tonnen CH₄ emittiert. Das sind um 19,2 % weniger als im Kyoto-Basisjahr 1990. Im Vergleich zum Vorjahr sind die Emissionen um 0,7 % gesunken.

Hauptverursacher

In folgender Abbildung sind die CH₄-Emissionstrends der Verursachersektoren dargestellt.

Abb. 10:
CH₄-Emissionstrend
nach Sektoren
1990 bis 2004.



Die Landwirtschaft hatte 2004 einen Anteil von 56 % an den gesamten CH₄-Emissionen. Sie sind zum größten Teil der Viehhaltung zuzuordnen und hier wiederum den stoffwechselbedingten Emissionen der Rinderhaltung. Die Reduktion von 14 % (1990–2004) in diesem Sektor resultiert vorwiegend aus rückläufigen Rinderstückzahlen.

Der Bereich Abfall (Deponien) verursachte im Jahr 2004 31 % der österreichischen CH₄-Emissionen. Von 1990 bis 2004 kam es in diesem Sektor zu einer Abnahme um 35 % (vgl. Kapitel 8.6).

Der Energieversorgungssektor war im Jahr 2004 für annähernd 9 % der Methanemissionen verantwortlich, wobei diese fast ausschließlich aus Leitungsverlusten nationaler und internationaler Erdgasleitungen stammen.

Die Kleinverbraucher verursachten 2004 gut 3 % der Methanemissionen. Dabei handelt es sich vorwiegend um Emissionen aus Raumheizungsanlagen.

Die Sektoren Verkehr und Industrie verursachten weniger als 1 % der gesamten CH₄-Emissionen.

Ursachen

Der Rückgang des jährlich deponierten Abfalls (vor allem Anfang der 90er Jahre), die laufend steigende Gaserfassungsrate bei Deponien und die Reduktion der organischen Substanzen im deponierten Restmüll stellen die quantitativ bedeutendsten Reduktionsmaßnahmen von Methanemissionen dar.

Die Emissionen im Bereich der Landwirtschaft hängen stark vom Viehbestand ab (insbesondere der Rinder). Die Möglichkeiten einer energetischen Verwertung durch Biomethanisierung von Gülle und Mist in Biogasanlagen beinhalten jedoch ein erhebliches Reduktionspotenzial.

2.4.3 Lachgas (N₂O)

N₂O, das auch unter dem Begriff „Lachgas“ bekannt ist, entsteht vorwiegend durch Abbauprozesse von stickstoffhaltigem Dünger (organischer und mineralischer Dünger). Auch im Bereich der Güllelagerung sind beachtliche Emissionen zu verzeichnen, weshalb die Landwirtschaft eindeutig Hauptverursacher der anthropogenen N₂O-Emissionen ist.

Emittiertes Lachgas verweilt etwa 100 Jahre in der Atmosphäre und trägt dort zur Verstärkung des Treibhauseffektes bei. Lachgas ist ein sehr treibhauswirksames Gas; es besitzt im Vergleich zu Kohlendioxid ein um den Faktor 310 höheres Treibhauspotenzial.

In der vorliegenden Zeitreihe weisen die landwirtschaftlichen Lachgasemissionen im Vergleich zum Vorjahresbericht höhere Emissionswerte auf. Der Grund liegt in der verbesserten Emissionsermittlung mit aktualisierten Stickstoffausscheidungs-raten des Österreichischen Viehs.

Trend

Folgende Abbildung zeigt den N₂O-Emissionstrend Österreichs von 1990 bis 2004.

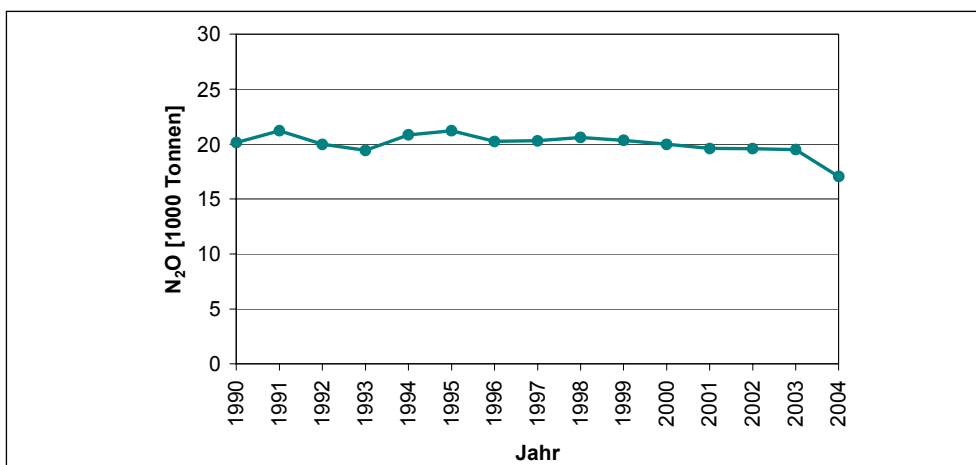


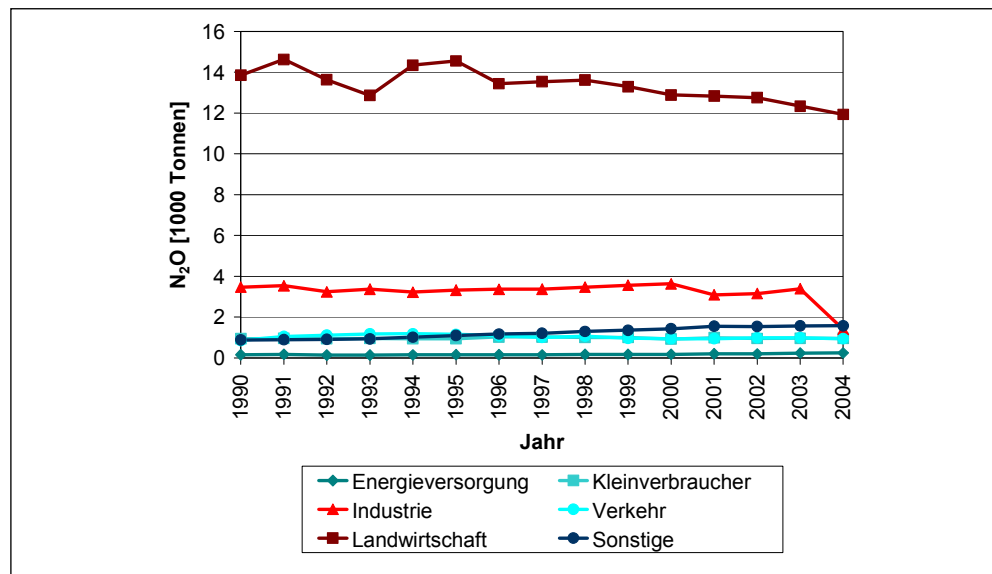
Abb. 11:
N₂O-Emissionstrend
1990 bis 2004.

Die N₂O-Emissionen Österreichs sind im Zeitraum 1990 bis 2004 um 15,4 % gefallen, hauptverantwortlich dafür ist ein Rückgang der Emissionen von 2003 auf 2004 um 12,5 %. Im Jahr 2004 lag der Anteil der N₂O-Emissionen an den gesamten Treibhausgasemissionen bei 5,8 %.

Hauptverursacher

In folgender Abbildung ist die Entwicklung der N₂O-Emissionen von 1990 bis 2004 für jede Verursacherguppe abgebildet.

Abb. 12:
N₂O-Emissionstrend
nach Sektoren
1990 bis 2004.



Der Sektor Landwirtschaft verursacht mit Abstand die meisten N₂O-Emissionen. Von 1990 bis 2004 konnten in diesem Bereich 14 % der N₂O-Emissionen reduziert werden. Im Jahr 2004 produzierte die Landwirtschaft noch immer 70 % der gesamten Lachgasemissionen.

In der Industrie kam es seit 1990 zu einem Rückgang der N₂O-Emissionen um 60 %, wobei dies vorwiegend auf eine Reduktion von 59 % von 2003 auf 2004 zurückzuführen ist. Im Jahr 2004 hatte die Industrie noch einen Anteil von 8 % an den gesamten Emissionen.

Im Bereich des Verkehrs ist seit 1990 ein Anstieg von 11 % zu verzeichnen. 2004 kamen 6 % aus diesem Bereich.

9 % der gesamten N₂O-Emissionen kamen aus dem Sektor Sonstige, zu 6 % waren die Kleinverbraucher und zu 1 % der Sektor Energieversorgung verantwortlich.

Das von der Gruppe der Sonstigen emittierte N₂O nahm seit 1990 um 78 % zu. Die Emissionen der Energieversorgung stiegen um 61 %, jene des Kleinverbrauches um 2 %.

Ursachen

Hauptverantwortlich für den Rückgang der Lachgasemissionen in der Landwirtschaft sind der sinkende Mineräldüngereinsatz und der geringere Gülleeinsatz aufgrund sinkender Viehbestandszahlen.

Lachgas wird bei den Prozessen der Denitrifikation und Nitrifikation durch Mikroorganismen in Böden und Gewässern freigesetzt. Nur jene durch landwirtschaftliche Stickstoffeinträge vermehrt auftretende Mikroorganismenaktivität und die damit einhergehenden zusätzlichen N₂O-Emissionen werden als anthropogen betrachtet.

Im Industriesektor liegt die Ursache für die große Abnahme der Emissionen von Lachgas hauptsächlich an der Inbetriebnahme einer Lachgas-Zersetzungsanlage in der chemischen Industrie von 2003 auf 2004. Weiters führte die Einführung von Katalysatoren zur Reduktion der Lachgasemissionen bei der Salpetersäureherstellung zu einem Rückgang der Emissionen seit 1990.



Die N_2O -Emissionen des Verkehrs haben seit Ende der 80er Jahre zugenommen. Diese Entwicklung hängt mit der Einführung des Katalysators für benzinbetriebene Kraftfahrzeuge zusammen: N_2O entsteht beim Gebrauch von Fahrzeugen mit Katalysatoren als ein Nebenprodukt der Reduktion von NO_x . Die Abnahme der letzten Jahre ist im Wesentlichen auf den Trend zu dieselbetriebenen PKW zurückzuführen.

Die N_2O -Emissionen aus dem Sektor Sonstige stammen fast zum gleichen Teil aus dem Lösungsmittelanwendung und der Abwasserbehandlung. Während die N_2O -Emissionen aus der Lösungsmittelanwendung im betrachteten Zeitraum konstant geblieben sind, ist in der Abwasserbehandlung ein Anstieg der Emissionen in die Luft zu verzeichnen. Die Trendzunahme lässt sich auf die Zunahme des Anschlussgrades an Kläranlagen und auf eine verstärkte Denitrifizierung zurückführen. Im Denitrifikationsprozess wird zur Reinigung des Abwassers das Nitrat zu Stickstoff reduziert, wobei allerdings 1 % davon als N_2O in die Luft emittiert.

2.4.4 Fluorierte Gase (HFKW, FKW und SF_6)

Die Gruppe der Fluorierten Gase (auch F-Gase genannt) umfasst teilfluorierte (HFKW) und vollfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW) sowie Schwefelhexafluorid (SF_6).

Im Berichtsformat der UNFCCC gibt es keine Sektoreneinteilung der F-Gase. Es werden definitionsgemäß alle F-Gase dem Sektor Industrie zugeordnet. Diese Luftschadstoffe werden auch Industriegase genannt.

F-Gase sind die treibhauswirksamsten Luftemissionen, die vom Kyoto-Protokoll erfasst werden. Emittierte F-Gase verweilen bis zu mehreren 100 Jahren in der Atmosphäre und tragen dort zur Verstärkung des Treibhauseffektes bei. FKW haben ein Treibhauspotenzial von 6.500 bis 9.200, HFKW haben ein Treibhauspotenzial von 140 bis 11.700. SF_6 ist das Treibhausgas mit dem höchsten Treibhausgaspotenzial: eine Tonne SF_6 besitzt das Treibhauspotenzial von 23.900 Tonnen CO_2 .

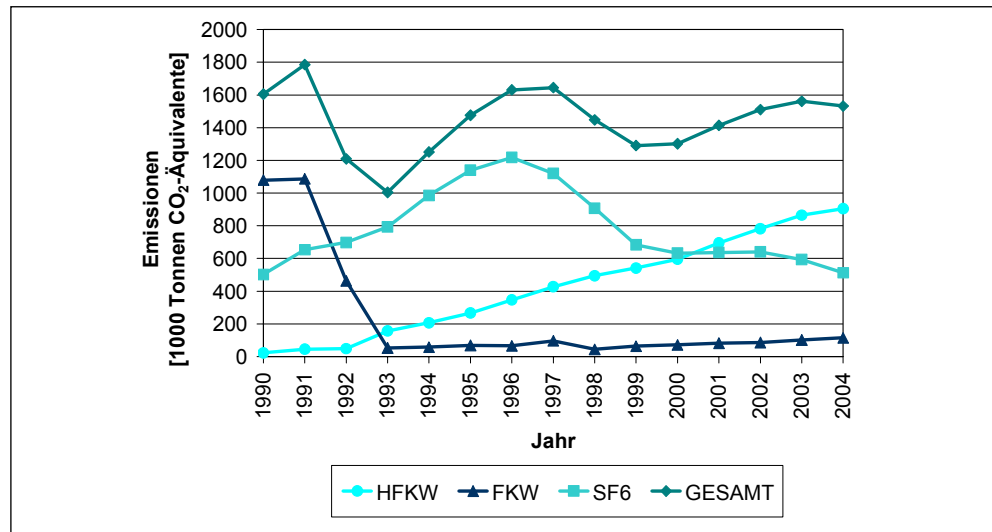
Im Vergleich zur Vorjahres-Inventur wurden zwei Änderungen in diesem Sektor vorgenommen. Aufgrund der Einarbeitung einer neuen Studie (OBERNOSTERER et al. 2004) wurden die Fluorierten Gase in der diesjährigen Inventur nach unten revidiert. Weiters wurde als Basisjahr für die F-Gase 1990 (im Vergleich zu 1995 der vorherigen Inventuren) festgelegt.

Im Jahr 2004 lag der Anteil der F-Gase an den gesamten Treibhausgasemissionen bei 1,7 %.

Trends

Abbildung 13 zeigt die Zusammensetzung der F-Gase in CO_2 -Äquivalenten. Sie umfassen die Gruppen der HFKW und FKW sowie das Gas SF_6 .

Abb. 13:
Zusammensetzung der
F-Gase, Trend
1990 bis 2004.



Die Emissionen der verschiedenen F-Gase zeigen im Zeitraum 1990 bis 2004 stark unterschiedliche Trends. Während Anfang der 90er Jahre der Ausstoß von perfluorierten Kohlenwasserstoffen (FKW) stark reduziert wurde, stiegen die wasserstoffhaltigen Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW) massiv an. Der Ausstoß von Schwefelhexafluorid (SF_6) hat nach einer Spitze 1996 wieder rückläufige Tendenz. Insgesamt sanken die F-Gas-Emissionen seit dem Basisjahr 1990 um 4,6 %.

Im Jahr 2004 setzten sich die F-Gase aus 59 % HFKW, 33 % SF_6 und 8 % FKW zusammen.

Ursachen

Die stark schwankende Entwicklung der F-Gase ist das Resultat gegenläufiger Entwicklungen: Zunächst gingen die FKW-Emissionen Anfang der 90er Jahre stark zurück, was vor allem auf die Einstellung der Primäraluminiumproduktion zurückzuführen ist. Im Gegensatz dazu fanden HFKW vor allem als Ersatzstoffe für FCKW und H-FCKW in Schaumstoffprodukten sowie in Kühl- und Klimageräten vermehrt Verwendung und es war daher eine stark zunehmende Tendenz zu verzeichnen. Ab dem Jahr 2000 kam es zusätzlich zu einem Einsatz von wasserstoffhaltigen Fluorkohlenwasserstoffen (HFKW) als Schäumungsmittel für XPS/PU-Platten. Die Verwendung von SF_6 ging seit 1996 als Schutzgas in der Magnesiumproduktion schrittweise zurück, im Jahr 2000 wurde kein SF_6 mehr in diesem Bereich eingesetzt. Die wichtigste SF_6 -Quelle im Jahr 2000 war die Halbleiterherstellung.

Das In-Kraft-Treten der HFKW-FKW- SF_6 -Verordnung¹⁷ (BGBl. II Nr. 447/2002) (Industriegasverordnung) 2002, welche unter anderem den Einsatz von SF_6 als Füllgas in Schallschutzfenstern, Schuhen und Reifen verbietet, führte zu einer Abnahme dieses Gases um 14 % von 2003 auf 2004.

¹⁷HFKW-FKW- SF_6 -VERORDNUNG (BGBl. II Nr. 447/2002): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Verbote und Beschränkungen teilfluorierter und vollfluorierter Kohlenwasserstoffe sowie von Schwefelhexafluorid.



In den nächsten Jahren ist mit einer weiteren Reduktion der F-Gas-Emissionen zu rechnen. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass Verbote und Beschränkungen der Industriegasverordnung bestehen bleiben und auch zukünftige Verbote und Beschränkungen dieser Verordnung umgesetzt werden.

In dieser Verordnung sind Betriebe, die F-Gase verwenden, weiters dazu verpflichtet, Art und Menge der eingesetzten Stoffe jährlich zu melden. Die Meldungen über den Berichtszeitraum 2004 mussten bis Ende März 2005 eingebracht werden und flossen in weiterer Folge in die Österreichische Luftschadstoffinventur ein.

3 OZONVORLÄUFERSUBSTANZEN

Ozon (O₃) wird in bodennahen Luftschichten durch die Einwirkung von Sonnenlicht aus den so genannten Ozonvorläufersubstanzen gebildet. Zu diesen Substanzen zählen vor allem flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Stickstoffoxide (NO_x). Darüber hinaus tragen großräumig auch die Schadstoffe Kohlenmonoxid (CO) und Methan (CH₄) zur Ozonbildung bei. Allerdings ist der überwiegende Anteil der in Österreich gemessenen Ozonbelastung dem grenzüberschreitenden Schadstofftransport zuzuordnen.

Das Protokoll zur Verminderung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon (Göteborg, 1999)

In dem Bestreben, negative Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit durch Luftschadstoffemissionen zu minimieren bzw. zu verhindern, wurde im Jahr 1979 im Rahmen der United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) das *Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (UNECE/Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, UNECE/CLRTAP)* von 33 Staaten sowie der Europäischen Gemeinschaft unterzeichnet. Von den 55 UNECE-Staaten sind derzeit 50 Vertragsparteien der CLRTAP (Stand: April 2006).

Um die Ziele des Übereinkommens zu erreichen, haben die Vertragsparteien ergänzende Protokolle abgeschlossen. Am 1. Dezember 1999 wurde *das Protokoll zur Verminderung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon (Göteborg, 1999)* von Österreich unterzeichnet. Es trat am 17. Mai 2005 in Kraft. Das Protokoll legt erstmals absolute Emissionsgrenzen für die jährlichen anthropogenen Emissionen der Vertragsstaaten fest, diese sind bis zum Jahr 2010 zu erreichen. Österreich ist derzeit (Mai 2006) noch nicht Vertragspartei dieses Protokolls.

Für Österreich wurden als Emissionsobergrenzen für SO₂ 39.000 Tonnen/Jahr, für NO_x 107.000 Tonnen/Jahr, für NH₃ 66.000 Tonnen/Jahr und für NMVOC 159.000 Tonnen/Jahr festgelegt.

Parallel zum Göteborg-Protokoll wurde in der EU zur Umsetzung der Versauerungsstrategie und zur Bekämpfung des bodennahen Ozons die **Richtlinie 2001/81/EG über nationale Emissionshöchstgrenzen für bestimmte Luftschadstoffe** beschlossen. Nach der englischen Bezeichnung „national emission ceilings“ ist sie auch als „*NEC-Richtlinie*“ bekannt. Sie legt für die einzelnen Mitgliedstaaten verbindliche nationale Emissionshöchstgrenzen ab dem Jahr 2010 fest, wobei einzelne Abweichungen vom Göteborg-Protokoll vorliegen.

Für Österreich gelten mit Ausnahme von NO_x (103.000 Tonnen/Jahr) die gleichen Emissionshöchstwerte wie im Göteborg-Protokoll.

Im Gegensatz zu den Richtlinien und der Konventionen über die Emissionen von Treibhausgasen erfasst die NEC-Richtlinie nur jene Luftschadstoffe, welche tatsächlich auf dem Gebiet der Mitgliedstaaten emittiert werden (Artikel 2 der NEC-Richtlinie). Somit sind für SO₂, NO_x, NMVOC und NH₃ ausschließlich die im Inland emittierten Luftschadstoffe (d. h. ohne Tanktourismusanteile¹⁸) die offiziellen Emissionsdaten Österreichs (Artikel 8 (1) der NEC-Richtlinie). Die Berücksichtigung des Tanktourismus im Rahmen des Reportings für das Göteborg-Protokoll ist den Vertragsparteien freigestellt.

¹⁸Tanktourismuseffekt: Betankung der Kfz im Inland, Treibstoffverbrauch (Emission) im Ausland (und umgekehrt).



Die „NEC-Richtlinie“ wurde mit dem **Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L)**¹⁹ in nationales Recht umgesetzt und trat am 1. Juli 2003 in Kraft.

Das Ozongesetz²⁰

Das Ozongesetz regelt u. a. die Information der Bevölkerung über das Auftreten kurzzeitig erhöhter Ozonbelastungen, die akute gesundheitliche Auswirkungen haben können.

In diesem Gesetz ist für NO_x-Emissionen eine etappenweise Reduktion der gesamt-österreichischen Emissionen um 40 % bis 1996, um 60 % bis 2001 und um 70 % bis 2006 vorgesehen, jeweils bezogen auf die Emissionen des Jahres 1985.

Für die NMVOC-Emissionen ist ebenfalls eine Reduktion um 40 % bis 1996, um 60 % bis 2001 und um 70 % bis 2006 vorgesehen, allerdings jeweils bezogen auf die Emissionen des Jahres 1988.

3.1 Stickoxide (NO_x)

Stickoxide stehen mit einer Reihe von Umweltproblemen in Zusammenhang (vgl. Tabelle 3). Sie entstehen überwiegend als unerwünschtes Nebenprodukt bei der Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen bei hoher Temperatur. Der mit Abstand größte Verursacher ist der Verkehr.

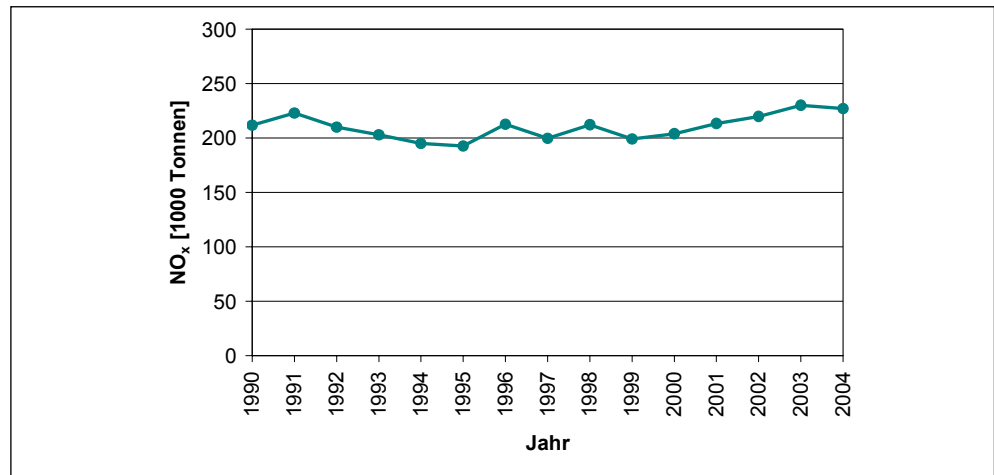
Trend

In folgender Abbildung ist der NO_x-Emissionstrend der österreichischen Gesamtemissionen von 1990 bis 2004 dargestellt.

¹⁹Bundesgesetz über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe (Emissionshöchstmengengesetz-Luft, EG-L): Bundesgesetz, mit dem ein Bundesgesetz über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe (Emissionshöchstmengengesetz-Luft, EG-L) erlassen sowie das Ozongesetz und das Immissionsschutzgesetz-Luft geändert werden. BGBl. I Nr. 34/2003.

²⁰Bundesgesetz über Maßnahmen zur Abwehr der Ozonbelastung und die Information der Bevölkerung über hohe Ozonbelastungen, mit dem das Smogalarmgesetz, BGBl. Nr. 38/1989, geändert wird, BGBl. Nr. 210/1992 i.d.g.F.

Abb. 14:
NO_x-Emissionstrend
1990 bis 2004.



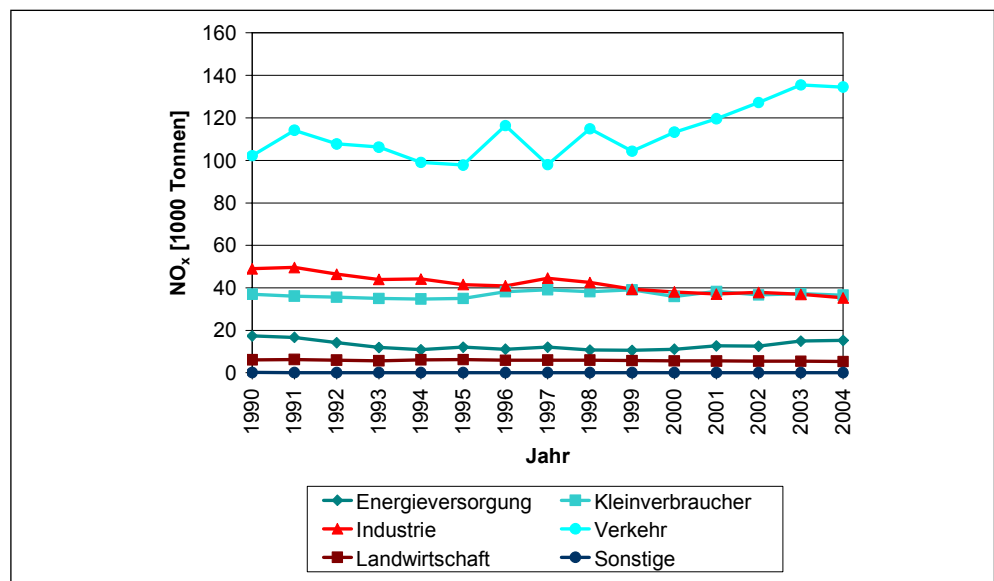
Die NO_x-Emissionen Österreichs haben von 1990 bis 2004 um insgesamt 7 % zugenommen. Von 2000 bis 2003 ist ein deutlich ansteigender Trend zu erkennen. Für das Jahr 2004 wurde eine Gesamtemissionsmenge von etwa 227.000 Tonnen NO_x ermittelt, das sind um 1,3 % weniger als 2003.

Hauptverursacher

Der mit Abstand größte NO_x-Emittent Österreichs war 2004 mit einem Anteil von 59 % der Sektor Verkehr. Es folgten Kleinverbraucher und Industrie mit je 16 %. Die Energieversorgung und die Landwirtschaft trugen mit ihren Emissionsanteilen von 7 % und 2 % bedeutend weniger zur NO_x-Gesamtemission bei.

In folgender Abbildung sind die NO_x-Emissionstrends der einzelnen Verursachergruppen von 1990 bis 2004 dargestellt.

Abb. 15:
NO_x-Emissionstrend
nach Sektoren
1990 bis 2004.



Seit 1990 sind die NO_x-Emissionen des dominierenden Verkehrssektors um 32 % auf etwa 135.000 Tonnen im Jahr 2004 gestiegen (vgl. Abbildung 15). Der Sektor Industrie (– 28 %) konnte seinen NO_x-Ausstoß hingegen deutlich reduzieren. Die NO_x-



Emissionen der Landwirtschaft (– 13 %) und der Energieversorgung (– 12 %) nahmen ebenfalls ab. Die Kleinverbraucher reduzierten ihre Stickoxidemissionen im selben Zeitraum um nur 1 %. Die NO_x-Emissionen der Gruppe der Sonstigen (– 53 %) sind nur von untergeordneter Bedeutung für den Gesamttrend.

Ursachen

Hauptemittent im Verkehrssektor ist der Straßenverkehr. Die Einführung des Katalysators für benzinbetriebene PKW bewirkte Ende der 80er Jahre beachtliche Reduktionen der NO_x-Emissionen des Verkehrssektors. Seit 1997 haben die NO_x-Emissionen des Verkehrssektors wieder steigende Tendenz. Der Grund für den allgemeinen Anstieg liegt einerseits im stetigen Zunehmen der Verkehrsleistung sowohl im Güter- als auch Personenverkehr (gemessen in Personen- und Tonnenkilometern). Insgesamt führt die starke Zunahme von Dieselfahrzeugen zu einer Erhöhung der Emissionsmenge, da Dieselfahrzeuge über keinen 3-Wege-Katalysator verfügen und daher mehr NO_x emittieren als Benzinfahrzeuge. Insbesondere sind die Emissionen aus dem Schwerverkehr gestiegen. Dies liegt an den hohen spezifischen Schadstoffemissionen dieser Fahrzeuggruppe sowie dem überdurchschnittlich starken Anstieg der Transportleistung im straßengebundenen Güterverkehr.

Zu beachten ist, dass sich neben den steigenden Fahrleistungen im Straßenverkehr auch der erhöhte Tanktourismus aufgrund vergleichsweise niedriger Treibstoffpreise in Österreich auf diesen Trend auswirkt: In der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI) sind für sämtliche Luftemissionen aus Gründen der Vergleichbarkeit und Konsistenz mit anderen Berichtspflichten die nationalen Gesamtemissionen auf Basis der in Österreich verkauften Treibstoffe ausgewiesen. Dabei ist anzumerken, dass in Österreich in den letzten Jahren ein beachtlicher Teil der verkauften Treibstoffmenge im Inland getankt, jedoch im Ausland verfahren wurde (sogenannter Tanktourismus ins Inland).

Bei Industrie und Kraftwerken sind neben Effizienzsteigerungen der Einbau von Entstickungsanlagen und stickstoffarmen (Low-NO_x) Brennern als Gründe für eine Reduktion der Emissionen zu nennen.

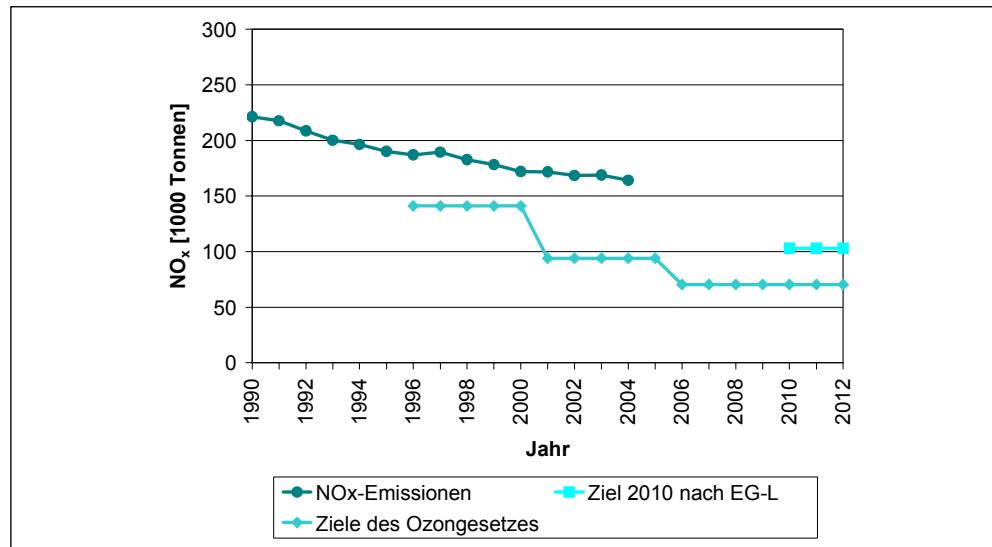
Die rückläufige Emissionsmenge im Sektor Verkehr von 2003 auf 2004 um knapp 1 % (–1.000 Tonnen NO_x) ist auf die technische Erneuerung der Fahrzeugflotte zurückzuführen.

Ziele

Entsprechend Artikel 2 der NEC-Richtlinie (vgl. Kapitel 3) werden nur die im Inland emittierten Luftschadstoffe NO_x, NMVOC, SO₂ und NH₃ berücksichtigt. Die im Ausland durch Tanktourismus emittierten Emissionsanteile sind hier nicht enthalten.

Die folgende Graphik zeigt die in Österreich ausgestoßenen NO_x-Emissionen (ohne Tanktourismusanteile) von 1990 bis 2004 im Vergleich mit den nationalen Reduktionszielen (vgl. Kapitel 3).

Abb. 16:
NO_x-Reduktionsziele
gemäß Ozongesetz
und EG-L.



Das im Ozongesetz für 1996 vorgesehene Ziel von 141.000 Tonnen wurde mit NO_x-Emissionen (ohne Tanktourismusanteile) in der Höhe von 187.000 Tonnen deutlich verfehlt. Das Ziel für 2001 mit einem NO_x-Ausstoß von höchstens 94.000 Tonnen wurde mit tatsächlich im Land emittierten Emissionen von rd. 172.000 Tonnen ebenfalls nicht erreicht.

Die im Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L) festgesetzte Emissionsobergrenze von 103.000 Tonnen NO_x für das Jahr 2010 wird derzeit noch bei weitem überschritten. Im Jahr 2004 wurden innerhalb Österreichs (d. h. ohne Tanktourismusanteile) 164.000 Tonnen NO_x emittiert.

3.2 Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC)

Flüchtige Kohlenwasserstoffe entstehen größtenteils beim Verdunsten von Lösemitteln und Treibstoffen sowie durch unvollständige Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen. Sie wirken als Ozonvorläufersubstanzen und einige Substanzen dieser Gruppe haben auch direkte Auswirkungen auf die Umwelt (vgl. Tabelle 3).

Da die Emissionen aus der Abfallbehandlung keine nennenswerten NMVOC-Emissionen besitzen, wird in diesem Kapitel der Sektor Sonstige direkt als Sektor „Lösemittelanwendung“ bezeichnet.

Trend

In folgender Abbildung ist der NMVOC-Emissionstrend der österreichischen Gesamtemissionen von 1990 bis 2004 dargestellt:

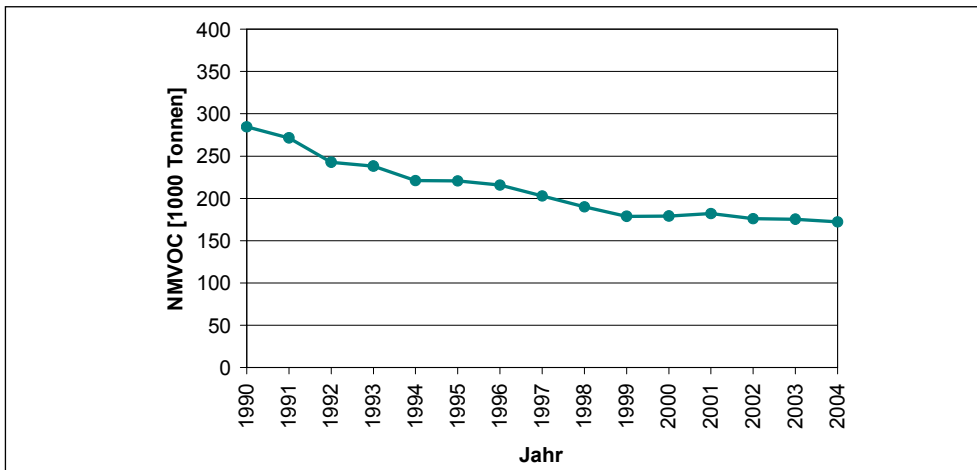


Abb. 17:
NMVOC-Emissionstrend
1990 bis 2004.

Eine deutliche Abnahme der NMVOC-Emissionen gab es in der ersten Hälfte der 90er Jahre. Von 1990 bis 2004 konnten die gesamten Emissionen um rund 39 % auf 172.000 Tonnen reduziert werden. In den letzten Jahren kam es nur noch zu einer geringfügigen Abnahme der in Österreich emittierten NMVOC-Emissionen.

Hauptverursacher

Im Jahr 2004 wurde der überwiegende Teil der NMVOC-Emissionen (47 %) bei der Anwendung von Lösemittel emittiert. Die Kleinverbraucher trugen 26 %, der Verkehr 13 %, die Industrie 11 %, die Energieversorgung 2 % und die Landwirtschaft 1 % bei.

In folgender Abbildung sind die NMVOC-Emissionstrends der einzelnen Sektoren von 1990 bis 2004 dargestellt.

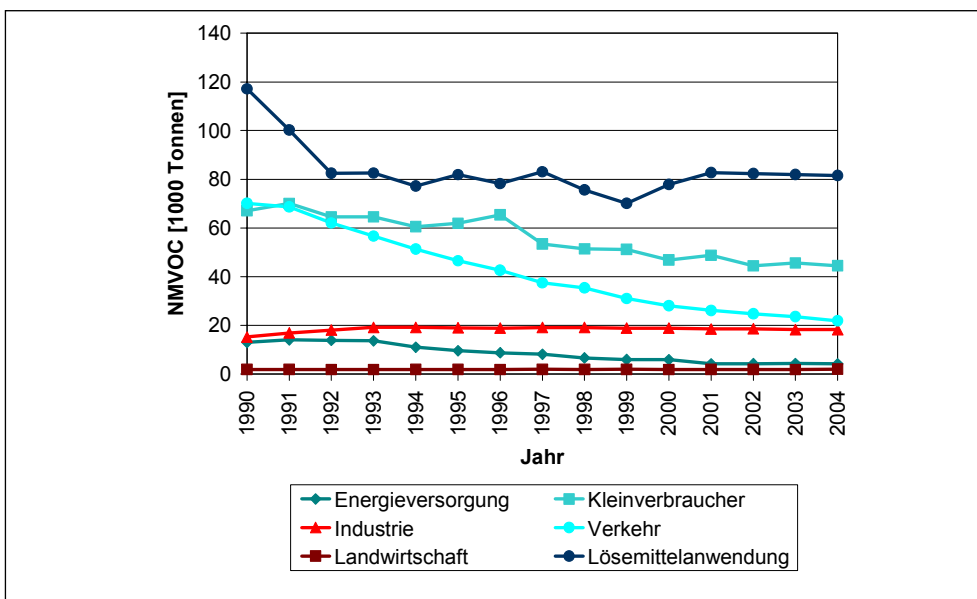


Abb. 18:
NMVOC-Emissionstrend
nach Sektoren
1990 bis 2004.

Die größten Reduktionen seit 1990 konnten beim Verkehrssektors (– 69 %), bei den Lösemittlemissionen (– 30 %) und bei den Kleinverbrauchern (– 34 %) erreicht werden. Die markante Abnahme von 1996 auf 1997 bei den Kleinverbrauchern ergab sich aufgrund der Anwendung verbesserter Emissionsfaktoren in diesem Sektor ab 1997. Deutlich zurückgegangen sind ebenfalls die Emissionen aus der Energieversorgung (– 68 %), diese Reduktion spielt aber wegen der geringen Emissionsmengen in diesem Bereich eine untergeordnete Rolle. Die NMVOC-Emissionen der Industrie stiegen von 1990 bis 2004 um 19 %.

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 in den letzten Jahren die Einführung von Aktivkohlekanistern und Gaspendeleinrichtungen bei Tankstellen (Gaspenderverordnung, BGBl. Nr. 793/1992) sowie an Auslieferungslagern (Kraftstoffbehälterverordnung, BGBl. Nr. 558/1991) zur Verringerung der Treibstoffverdunstungsverluste geführt.

Bedeutendste Emissionsquelle von NMVOC ist die Anwendung von Lösungsmittel. Hier kam es durch die Verwendung von lösemittelarmen Produkten sowie durch thermische und sorbtive Abgasreinigungsmaßnahmen (Lösungsmittelverordnung BGBl. Nr. 872/1995 und VOC-Anlagenverordnung BGBl. II Nr. 301/2002) zu einer Verringerung der Emissionen.

Im Bereich der Haushalte tragen veraltete Holzfeuerungsanlagen zu den noch immer relativ hohen NMVOC-Emissionen bei (vgl. Kapitel 8.2). Die im Landwirtschaftsbereich erzielten Reduktionen Ende der 80er Jahre sind auf das Verbot des Abbrennens von Stoppelfeldern zurückzuführen.

Ziele

Gemäß Artikel 2 der NEC-Richtlinie (vgl. Kapitel 3) werden nur die im Inland emittierten NMVOC-Emissionen betrachtet. Die im Ausland durch Tanktourismus emittierten Emissionsanteile werden nicht berücksichtigt.

Die folgende Graphik zeigt die österreichischen NMVOC-Emissionen (ohne Tanktourismusanteile) von 1990 bis 2004 im Vergleich mit den nationalen Reduktionszielen (vgl. Kapitel 3).

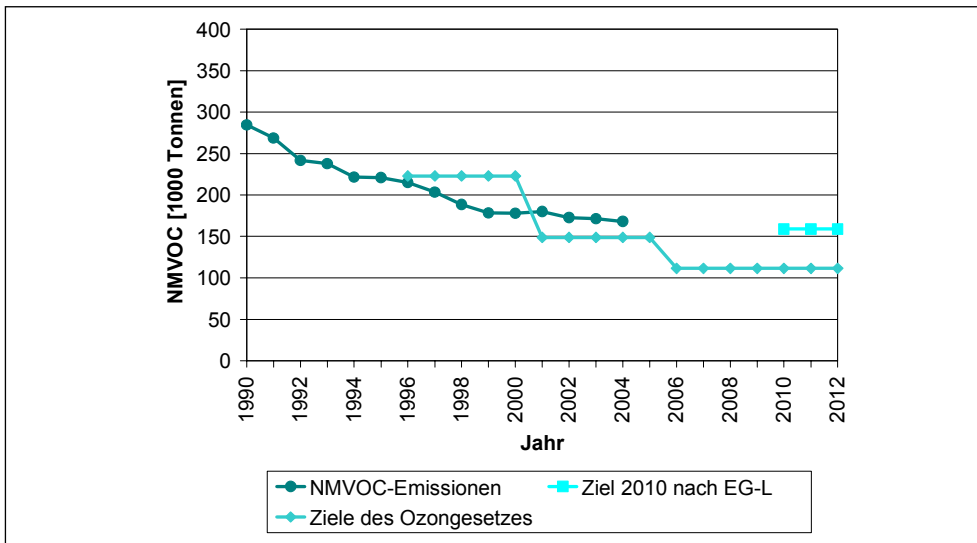


Abb. 19:
NMVOC-
Reduktionsziele gemäß
Ozongesetz und EG-L.

Um das Minderungsziel gemäß Göteborg-Protokoll und Emissionshöchstmengengesetz-Luft von 159.000 Tonnen für das Jahr 2010 erreichen zu können, werden noch verstärkte Anstrengungen erforderlich sein. Für das Jahr 2004 wurde eine innerösterreichische Emissionsmenge (d. h. ohne Tanktourismusanteile) von 168.000 Tonnen NMVOC ermittelt.

Das nach dem Ozongesetz für 1996 vorgesehene Ziel von 223.000 Tonnen wurde mit einer innerösterreichischen Emissionsmenge in der Höhe von 215.000 Tonnen erreicht. Das Reduktionsziel 2001 (maximal 149.000 Tonnen NMVOC) wurde hingegen verfehlt. 2001 wurden in Österreich 180.000 Tonnen NMVOC emittiert.

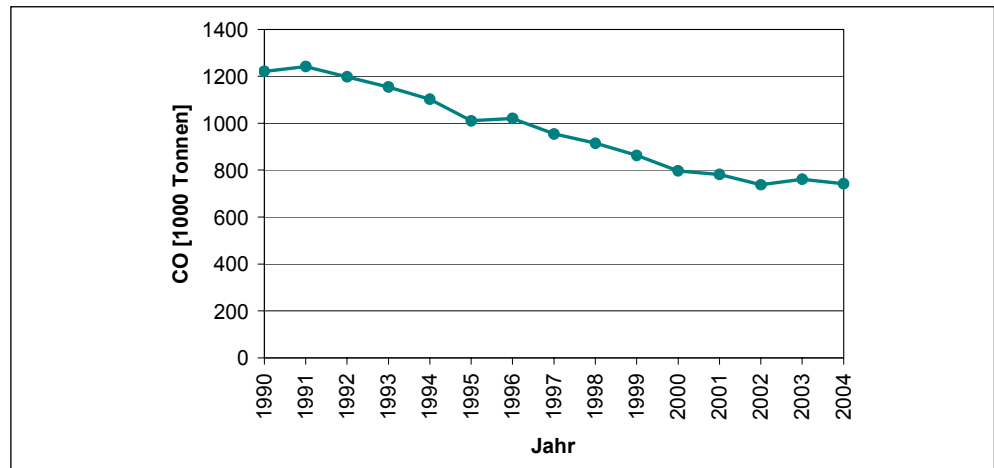
3.3 Kohlenmonoxid (CO)

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

Trend

In folgender Abbildung ist der CO-Emissionstrend Österreichs von 1990 bis 2004 dargestellt.

Abb. 20:
CO-Emissionstrend
1990 bis 2004.



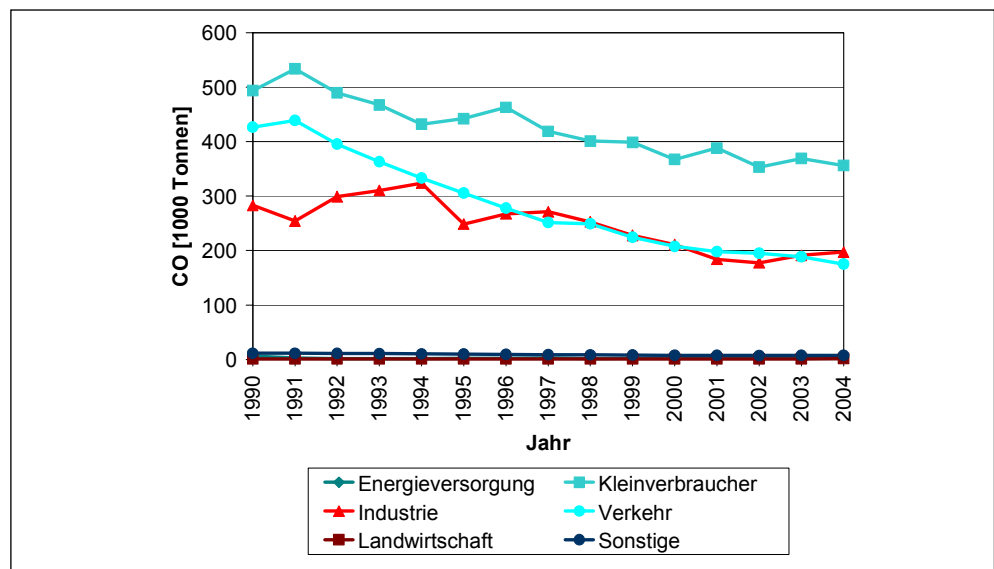
Die CO-Emissionen Österreichs konnten von 1990 bis 2004 um 39 % auf 742.000 Tonnen reduziert werden. In den letzten Jahren kam es allerdings zu einer Stagnation der Reduktion.

Hauptverursacher

Die Kleinverbraucher produzierten im Jahr 2004 48 %, die Industrie 27 %, der Verkehr 24 % und der Sektor Sonstige 1 % der gesamten CO-Emissionen. Die CO-Emissionen des Energieversorgungssektors und der Landwirtschaft sind nur von untergeordneter Bedeutung.

Folgende Abbildung zeigt die CO-Emissionstrends der sechs Verursachersektoren von 1990 bis 2004.

Abb. 21:
CO-Emissionstrend
nach Sektoren
1990 bis 2004.



Im Bereich des Verkehrs konnten von 1990 bis 2004 59 %, im Industriesektor 30 % und bei den Kleinverbrauchern 28 % der CO-Emissionen reduziert werden.



Ursachen

Optimierte Verbrennung und die Einführung des Katalysators haben zur Reduktion der CO-Emissionen des Sektors Verkehr beigetragen. Die CO-Emissionen des Sektors Industrie werden von der Eisen- und Stahlindustrie dominiert: Nach beträchtlichen Emissionsreduktionen Mitte der 1990er Jahre ist in den letzten Jahren eine leicht steigende Tendenz zu verzeichnen. Im Bereich der Haushalte (Kleinverbraucher) sind die schlechten Verbrennungsvorgänge in veralteten Heizungsanlagen – insbesondere Holzöfen – für die relativ hohen CO-Emissionen verantwortlich (vgl. Kapitel 8.2).

3.4 Methan (CH₄)

Der Luftschadstoff Methan ist auch ein Treibhausgas und wurde daher bereits in Kapitel 2.4.2 diskutiert.

4 VERSAUERUNG UND EUTROPHIERUNG

Der Eintrag von säurebildende Luftschadstoffen in Böden und Gewässer kann zu einer Herabsetzung des pH-Wertes von führen. Die Versauerung wird maßgeblich durch Niederschlag sowie trockene Deposition der Luftschadstoffe SO_2 , NO_x und NH_3 sowie ihrer atmosphärischen Reaktionsprodukte bewirkt. In diesem Abschnitt werden diese Luftschadstoffe entsprechend ihrer Versauerungsäquivalente (Aeq)²¹ berücksichtigt.

Eutrophierung (Überdüngung) nennt man den übermäßigen Eintrag von Stickstoff in Ökosysteme, wodurch ein Düngeneffekt entsteht. Eutrophierung kann durch die Luftschadstoffe NO_x und NH_3 verursacht werden. Diese Stickstoffverbindungen sind normalerweise als Nährstoffe für Pflanzen unerlässlich. Bei stark erhöhtem (anthropogenem) Eintrag kann es jedoch zu schädigenden Wirkungen auf die Vegetation und auf Ökosysteme sowie zur Verdrängung bestimmter Arten kommen (Einfluss auf die Biodiversität). SO_2 spielt bei der Eutrophierung keine Rolle.

Zu beachten ist, dass die nachfolgenden Darstellungen nur die in Österreich entstehenden Emissionen berücksichtigen. Diese werden zu einem wesentlichen Teil ins Ausland transportiert, andererseits stammt ein großer Anteil der in Österreich deponierten Stickstoff- und Schwefelverbindungen aus dem Ausland.

4.1 Entwicklung nach Sektoren

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

Trend

Die größten Reduktionen dieser versauernd und tlw. eutrophierend wirkenden Luftschadstoffe konnten in den 80er Jahren erzielt werden. Von 1990 bis 2004 konnte eine weitere Verminderung um 12,5 % erreicht werden.

In folgender Abbildung ist der Gesamttrend der versauernden Emissionen Österreichs dargestellt.

²¹ Aeq: Acid equivalents: proportional den Gewichtsprozent H^+ -Ionen [SO_2 : 0,0313, NO_x : 0,0217, NH_3 : 0,0588]

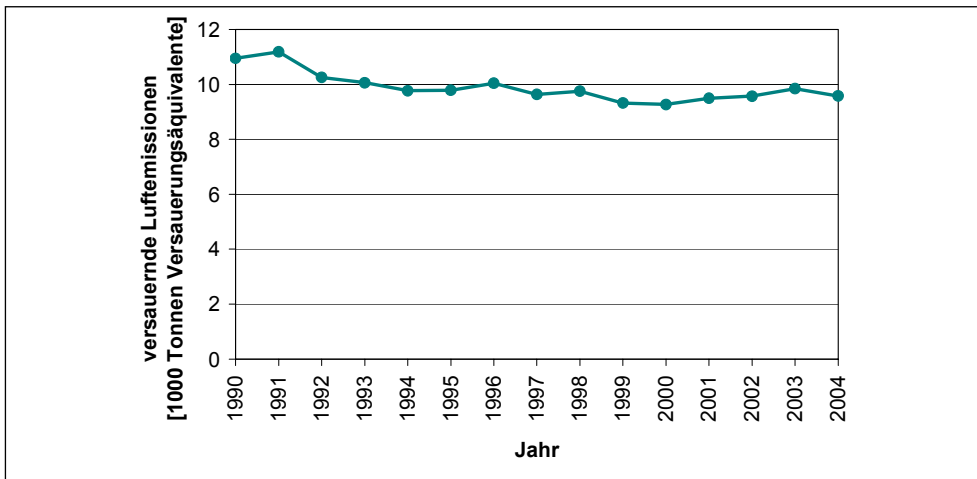


Abb. 22:
Gesamttrend
versauernder Luftschad-
stoffe 1990 bis 2004.

Hauptverursacher

Im Jahr 2004 verursachte die Landwirtschaft 38 % der gesamten versauerungsrelevanten Emissionen. Hauptverantwortlich waren hierfür die hohen NH_3 -Emissionen aus diesem Bereich (vgl. Kapitel 8.5). 32 % der gesamten versauerungsrelevanten Emissionen kamen aus dem Verkehr, in diesem Sektor waren die hohen NO_x -Emissionen ausschlaggebend. Die Industrie und die Kleinverbraucher waren 2004 für je 12 % der Emissionen verantwortlich und die Energieversorgung für 6 %.

In folgender Abbildung sind die Emissionstrends der einzelnen Verursachersektoren in Versauerungsäquivalenten dargestellt.

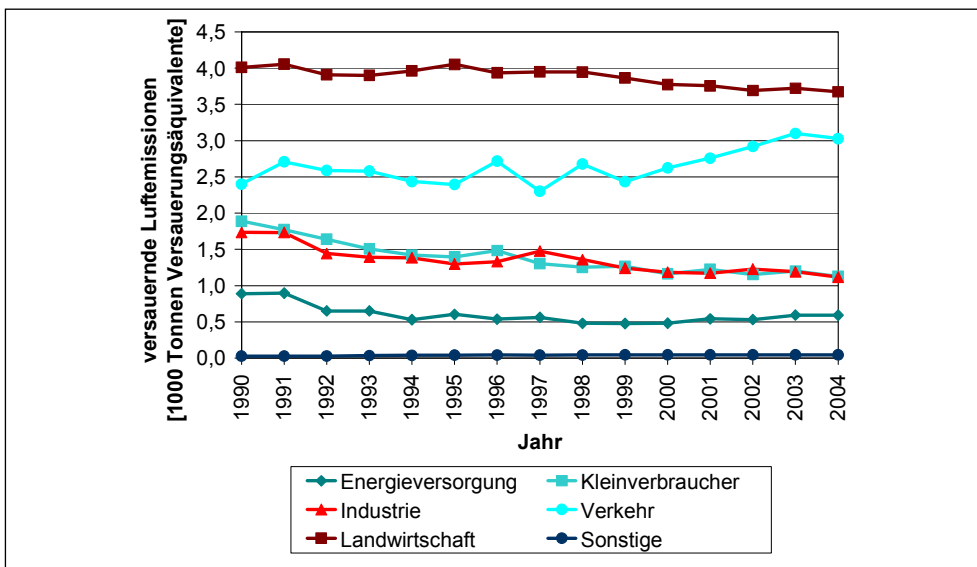


Abb. 23:
Emissionen
versauernder Luftschad-
stoffe nach Sektoren
1990 bis 2004.

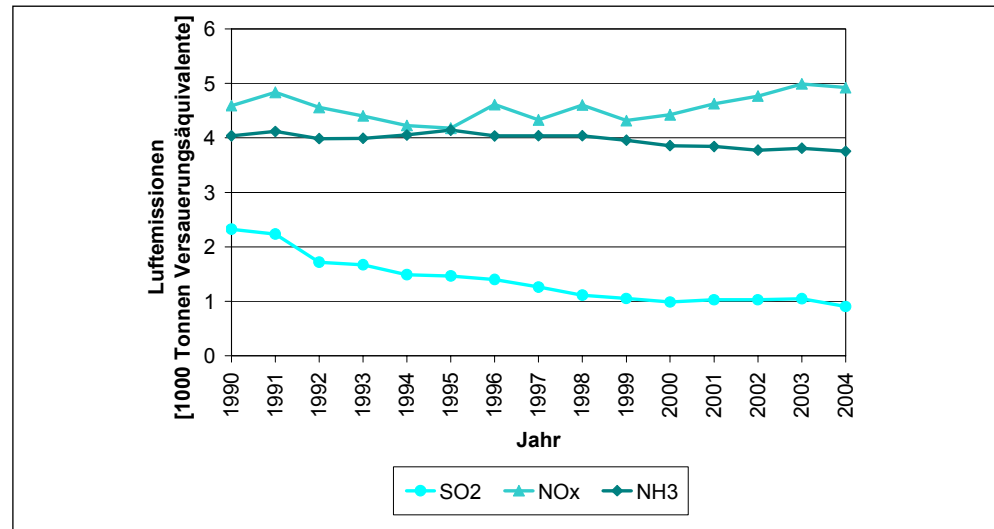
Seit 1990 konnten die Kleinverbraucher (– 40 %) und der Sektor Industrie (– 36 %) die größten Reduktionen erzielen. Der Sektor Energieversorgung (– 33 %) und die Landwirtschaft (– 9 %) konnten ebenfalls ihre versauerungsrelevanten Emissionen verringern. Die Emissionen des Verkehrssektors hingegen sind um 26 % gestiegen.

4.2 Entwicklung nach Gasen

Im Jahr 2004 setzte sich die Summe der versauernd wirkenden Luftschadstoffe aus 51,4 % NO_x , 39,2 % NH_3 , und 9,4 % SO_2 zusammen (in Versauerungsäquivalenten gerechnet).

In folgender Abbildung sind die Emissionstrends der Gase NO_x , NH_3 und SO_2 von 1990 bis 2004 in Versauerungsäquivalenten dargestellt.

Abb. 24:
Versauernde
Luftschadstoffe nach
Gasen 1990 bis 2004.



SO₂-Emissionen: Im Jahr 2004 lag der gesamte SO₂-Ausstoß um 61 % unter dem Wert von 1990. In diesem Zeitraum verringerte sich ihr Anteil an der Gesamtmenge der versauernden Luftschadstoffe von 21 % auf rd. 9 %.

NO_x-Emissionen: Die NO_x-Emissionen haben sich seit 1990 um 7 % erhöht. Ihr Anteil stieg von 42 % im Jahr 1990 auf rd. 51 % 2004. Hauptverantwortlich für diese Entwicklung ist der starke Anstieg der NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs in den vergangenen Jahren.

NH₃-Emissionen: Die NH₃-Emissionen sind von 1990 bis 2004 um 7 % gesunken. Ihr Anteil an den versauernden Emissionen hat sich dabei kaum verändert (von 37 % 1990 auf rd. 39 % 2004). Die Landwirtschaft ist Hauptverursacher der NH₃-Emissionen.

4.2.1 Schwefeldioxid (SO₂)

SO₂ entsteht hauptsächlich beim Verbrennen von schwefelhaltigen Brenn- und Treibstoffen. Hauptquellen sind somit Feuerungsanlagen im Bereich der Energiewirtschaft, der Industrie und der Kleinverbraucher.

Trend

Die gesamten SO₂-Emissionen Österreichs konnten in den letzten zwei Jahrzehnten stark reduziert werden.

In folgender Abbildung sind die österreichischen Gesamtemissionen für SO₂ von 1990 bis 2004 dargestellt.

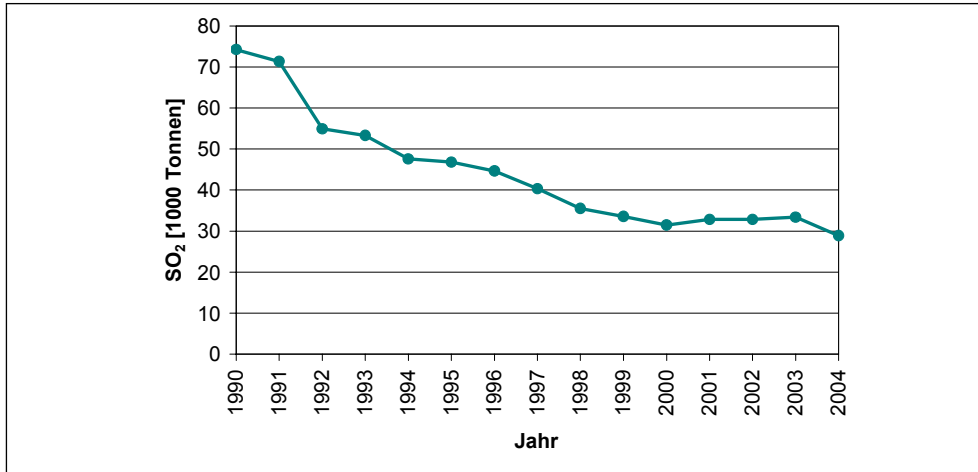


Abb. 25:
SO₂-Emissionstrend
1990 bis 2004.

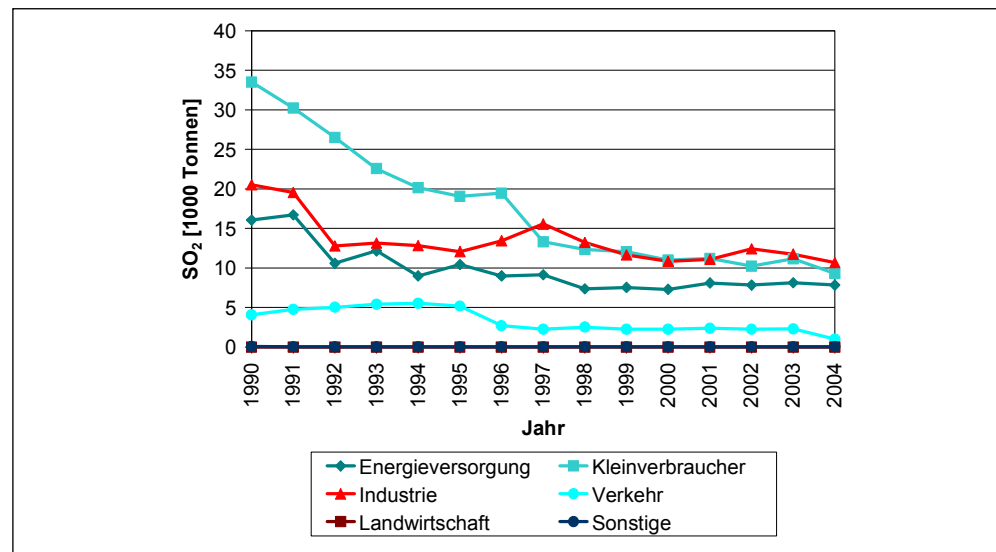
2004 betrug der gesamte SO₂-Ausstoß rund 29.000 Tonnen und lag somit um 61 % unter dem Wert von 1990. Von 2003 auf 2004 war eine SO₂-Reduktion um 13,5 % zu verzeichnen.

Hauptverursacher

Die Industrie verursachte im Jahr 2004 37 % der österreichischen SO₂-Emissionen. Die Kleinverbraucher emittierten 32 %, die Energieversorgung 27 % und der Verkehr 4 %. Die SO₂-Emissionen des Sektors Sonstige und der Landwirtschaft sind vernachlässigbar gering.

In folgender Abbildung sind die SO₂-Emissionstrends der einzelnen Verursachergruppen dargestellt.

Abb. 26:
SO₂-Emissionstrend
nach Sektoren
1990 bis 2004.



Von 1990 bis 2004 konnten die Kleinverbraucher den Ausstoß ihrer SO₂-Emissionen um 72 % verringern. Im selben Zeitraum konnten im Bereich der Energieversorgung 51 % und in der Industrie 48 % der Schwefeldioxidmengen eingespart werden. Im Bereich des Verkehrs sanken die Emissionen um 76 %.

Ursachen

Grund für die starke Senkung der Emissionen sind die Absenkung des Schwefelanteils in Mineralölprodukten und Treibstoffen (Kraftstoffverordnung BGBl. Nr. 418/1999), der Einbau von Entschwefelungsanlagen in Kraftwerken (Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen BGBl. Nr. 380/1988) sowie die verstärkte Nutzung schwefelärmerer Brennstoffe (z. B. Erdgas). Ersteres wirkt sich in allen Bereichen aus, wo fossile Brennstoffe zum Heizen und zur Energieumwandlung (Kleinverbraucher, Industrie, Kraftwerke) eingesetzt werden. Die Verminderung des Schwefelgehalts in Treibstoffen äußert sich in den stufenweise zurückgehenden SO₂-Emissionen des Verkehrs.

Entsprechend einer Vereinbarung zwischen der OMV und dem BMLFUW ist in Österreich seit 1.1.2004 flächendeckend schwefelfreier Kraftstoff (< 10 ppm) erhältlich. Damit wurde den Anforderungen der Richtlinie 98/70/EG (Qualität von Otto- und Dieseldieselkraftstoffen) vorgegriffen, wonach spätestens ab 1.1.2005 schwefelfreier Kraftstoff flächendeckend angeboten werden muss.

Der starke Rückgang der SO₂-Emissionen bis zum Jahr 2000 bei der Energieversorgung, insbesondere den Heiz- und Wärmekraftwerken, ist zum Großteil auf Maßnahmen aufgrund des Luftreinhaltegesetzes für Kesselanlagen (und seines Vorläufers, dem Dampfkesselmissionsgesetz) zurückzuführen. Dieses Gesetz führte im Bereich der Dampfkesselanlagen zum vermehrten Einsatz von Entschwefelungsanlagen sowie zu Umstellungen auf schwefelärmere bzw. schwefelfreie Brennstoffe (z. B. Erdgas).

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 Produktionen (Grundstoffindustrie).

Hauptverantwortlich für die deutlich reduzierte Emissionsmenge im Jahr 2004 sind der geringere Brennstoffeinsatz zur Raumwärmegewinnung aufgrund der günstigen Witterung in der Heizperiode 2004 sowie das flächendeckende Angebot von schwefelfreien Kraftstoffen seit 1.1.2004 in Österreich (siehe oben).

Ziele

Die folgende Graphik zeigt die österreichischen SO₂-Emissionen ohne Tanktourismus im Vergleich mit der nationalen Emissionshöchstmenge gemäß EG-L (vgl. Kapitel 3).

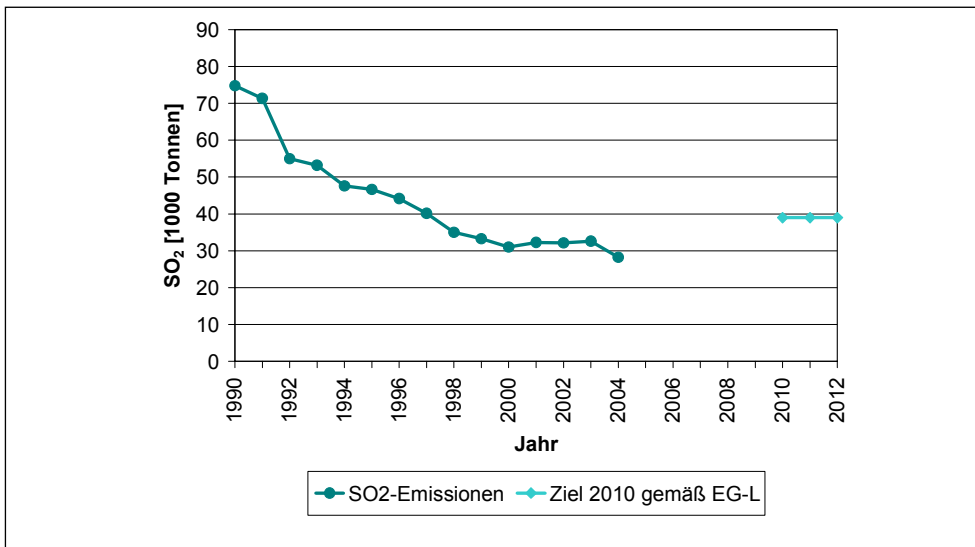


Abb. 27:
SO₂-Emissionshöchst-
mengenziel 2010
gemäß EG-L.

Die im Emissionshöchstmengengesetz-Luft für das Jahr 2010 festgesetzte Emissionsgrenze von 39.000 Tonnen für SO₂ wurde im Jahr 2004 mit 28.000 Tonnen SO₂-Emissionen bereits unterschritten.

Das im 2. Schwefelprotokoll (Protokoll zur Konvention von 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung betreffend die weitere Verringerung von Schwefelemissionen BGBl. III Nr. 60/99) für Österreich vorgesehene Ziel von 78.000 Tonnen im Jahr 2000 ist schon seit 1990 erfüllt.

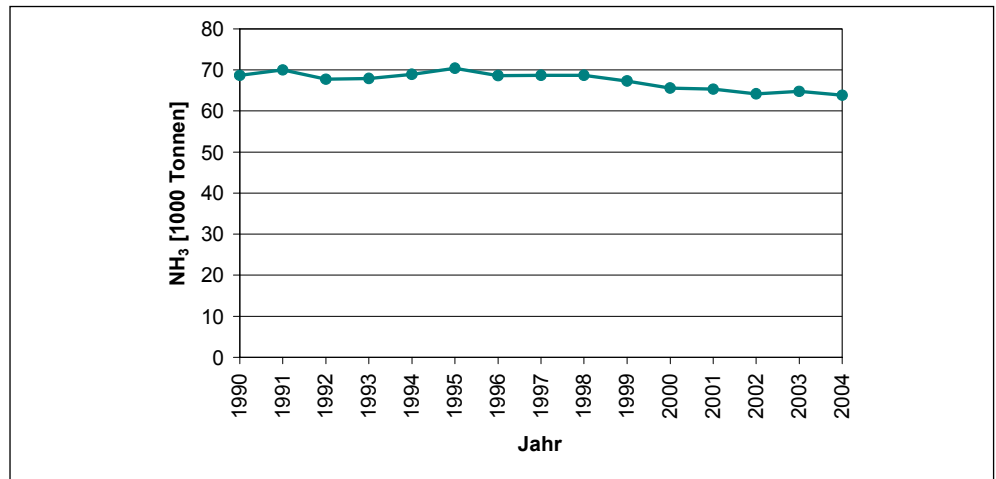
4.2.2 Ammoniak (NH₃)

NH₃ entsteht hauptsächlich bei der Viehhaltung, der Lagerung von Gülle und Mist sowie beim Abbau von organischem und mineralischem Dünger. Die Landwirtschaft ist somit Hauptquelle der Ammoniakemissionen.

Trend

In folgender Abbildung sind die österreichischen Gesamtemissionen für NH₃ von 1990 bis 2004 dargestellt.

Abb. 28:
NH₃-Emissionstrend
1990 bis 2004.

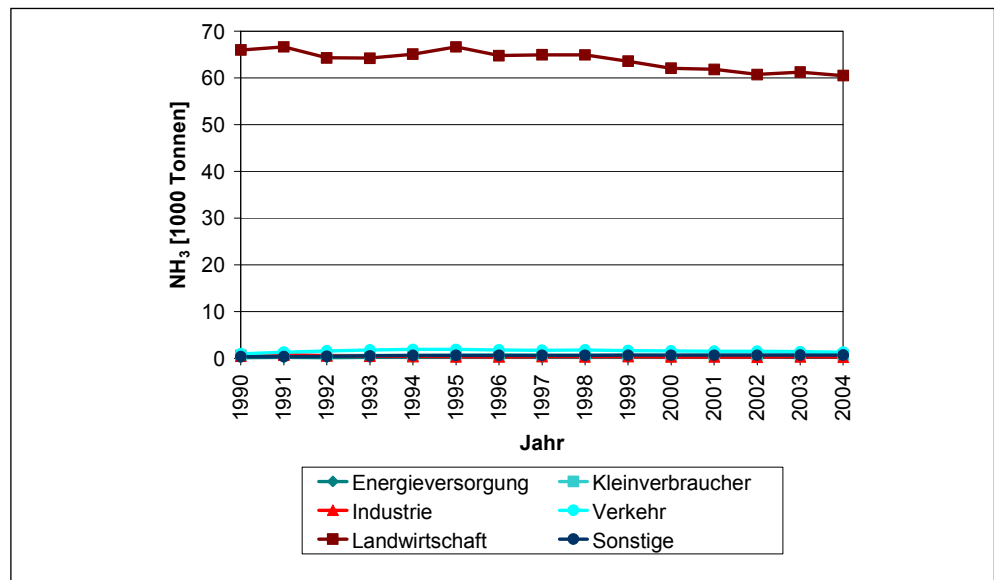


Die Ammoniakemissionen haben von 1990 bis 2004 um insgesamt 7 % abgenommen. Von 2003 auf 2004 kam es zu einem Rückgang von 1,5 % auf rund 64.000 Tonnen.

Hauptverursacher

In folgender Abbildung sind die NH₃-Emissionstrends nach Verursachersektoren dargestellt.

Abb. 29:
NH₃-Emissionstrend
nach Sektoren
1990 bis 2004.



Der Trendverlauf wird eindeutig von der Landwirtschaft dominiert. Im Jahr 2004 betrug der Anteil der Landwirtschaft an den gesamten NH₃-Emissionen Österreichs 95 %.

Ursachen

Die landwirtschaftlichen Ammoniakemissionen entstehen bei der Ausbringung von organischem und mineralischem Dünger, der Viehhaltung sowie der Lagerung von Gülle und Mist. Das im Vergleich zum Vorjahresbericht erhöhte Emissionsniveau ist auf eine Überarbeitung der Emissionsberechnung mit neuen, revidierten Stickstoffausscheidungsraten des österreichischen Viehs zurückzuführen (vgl. Kapitel 8.5).

Im Sektor Verkehr hat die Einführung des Katalysators bei benzinbetriebenen Fahrzeugen einen Anstieg der NH_3 -Emissionen Ende der 80er bis Anfang der 90er Jahre bewirkt. Im Jahr 2004 betrug der Anteil dieses Sektors an den gesamten NH_3 -Emissionen Österreichs 2 %.

Ziele

Die folgende Graphik zeigt die österreichischen NH_3 -Emissionen ohne Tanktourismus im Vergleich mit der nationalen Emissionshöchstmenge gemäß EG-L (vgl. Kapitel 3).

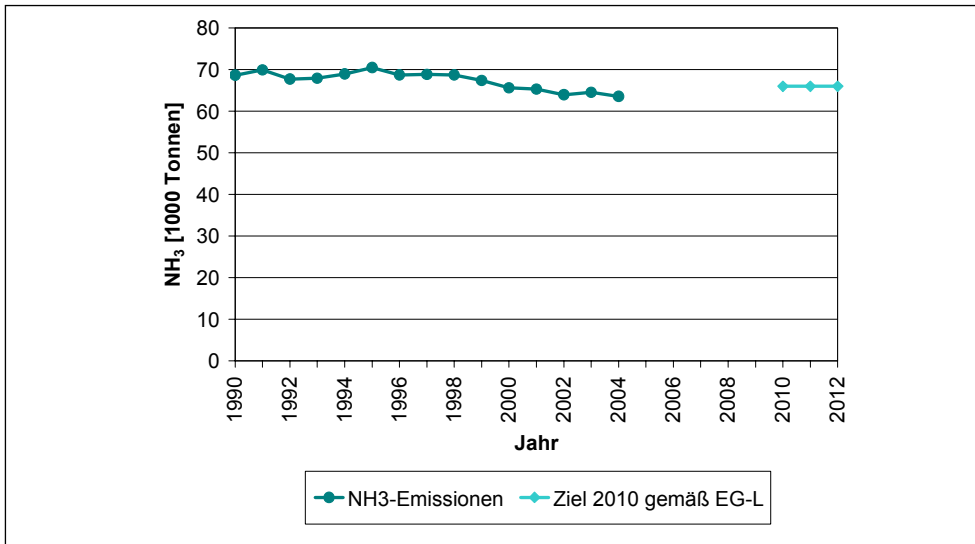


Abb. 30:
 NH_3 -Emissionshöchst-
mengenziel 2010
gemäß EG-L.

Im Jahr 2004 lagen die NH_3 -Emissionen Österreichs mit rd. 64.000 Tonnen knapp unter dem Ziel von maximal 66.000 Tonnen NH_3 /Jahr für das Jahr 2010 gemäß Göteborg-Protokoll und Emissionshöchstmengengesetz-Luft.

4.2.3 Stickoxide (NO_x)

Der Luftschadstoff NO_x ist auch eine Ozonvorläufersubstanz und wurde daher bereits im Kapitel 3.1 diskutiert.

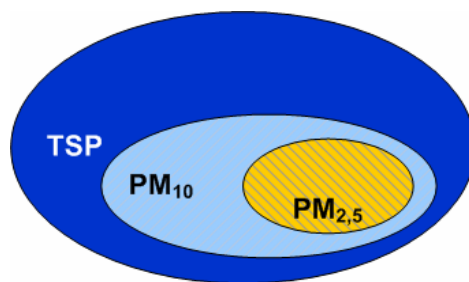
5 STAUB

Was in der Umgangssprache einfach mit „Staub“ bezeichnet wird, ist tatsächlich ein komplexes, und hinsichtlich der möglichen Inhaltsstoffe (z. B. Mineralien, verschiedene Salze, organische Kohlenstoffverbindungen, Schwermetalle etc.) und auch der Größenverteilung ein sehr heterogenes Gemisch.

Neben den in Österreich emittierten Staubpartikeln stellen die Beiträge von Ferntransport oftmals einen wesentlichen Faktor für die erhöhte Immissionsbelastung dar. Nähere Informationen zum Einfluss von Ferntransport und regionaler Schadstoffakkumulation sind im aktuellen Bericht „Herkunftsanalyse der PM₁₀-Belastung in Österreich. Ferntransport und regionale Beiträge“ zu finden (UMWELTBUNDESAMT 2006d).

Aus gesundheitlicher Sicht ist vor allem die Partikelgröße von Bedeutung, da sie die Eindringtiefe in den Atemwegstrakt – und damit die gesundheitlichen Auswirkungen – bestimmt. Staub wird daher üblicherweise über die Größenverteilung der erfassten Partikel definiert.

Abb. 31:
Schematische
Darstellung der
Mengenverteilung von
TSP, PM₁₀ und PM_{2,5}.



Der Gesamtschwebestaub, im Englischen als „Total suspended particulates“ (TSP) bezeichnet, umfasst alle luftgetragenen Partikel. Die Teilmengen PM₁₀ und PM_{2,5} beinhalten die Mengen an Schwebestaub mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner gleich 10 µm bzw. 2,5 µm – PM_{2,5} ist dabei wiederum

eine Teilmenge von PM₁₀ (vgl. Abbildung 31). Im deutschen Sprachgebrauch hat sich die Bezeichnung 'Feinstaub' für PM₁₀ und 'feine Partikel' für PM_{2,5} eingebürgert.

Obwohl Staub zu den klassischen Luftschadstoffen zählt, ist die Schwebestaub-Immissionsbelastung und hier insbesondere die PM₁₀-Belastung erst in den letzten Jahren in den Mittelpunkt der Luftreinhaltepolitik gerückt, nachdem epidemiologische, aber auch toxikologische Untersuchungen gezeigt haben, dass die (Fein-)Staubbelastung mit erheblichen Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit in Zusammenhang stehen kann (siehe u. a. UMWELTBUNDESAMT 2005).

Die Immission (das ist die gemessene Konzentration in der Umgebungsluft) hängt von verschiedenen Faktoren ab:

- den (lokalen) Emissionen (das ist die direkt beim Verursacher – dem Emittenten – gemessene, in die Umgebung abgegebene Schadstoffmenge);
- den topographischen Gegebenheiten wie Relief (Geländeerhebungen, Gebirgszüge, Taleinschnitte) und Landnutzung (Wald, Landwirtschaftliche Nutzfläche, Seen usw.);
- den meteorologischen Bedingungen (Windrichtung und Windgeschwindigkeit, Temperaturschichtung der Atmosphäre, Bewölkung, Niederschläge u. a.);
- der Transmission (durch Luftströmungen über eine mehr oder weniger lange Wegstrecke transportierte Emission – auch über Österreichs Grenzen hinweg).



Dabei ist außerdem zu beachten, dass sich Staub einerseits aus primären, d. h. direkt emittierten Partikeln, und andererseits aus sekundär gebildeten Partikeln, die in der Atmosphäre aus Gasen entstehen (z. B. auch aus SO₂, NO_x und NH₃), zusammensetzt.

Hohe Staubbelastungen sind meist ein lokales – mitunter aber auch regionales – Problem. Erst die Kombination aus ungünstigen meteorologischen Bedingungen, hohen lokalen Emissionen und ev. mit dem Wind herantransportierte Schadstofffrachten führen zu Überschreitungen der verordneten Grenzwerte.²² Besonders hohe Belastungen können darüber hinaus noch in Tal- und Beckenlagen entstehen (z. B. im Grazer Becken).

Emissionsseitig wird zwischen gefassten und diffusen Emissionen unterschieden: gefasste Quellen haben einen definierten, relativ kleinen Austrittsquerschnitt, wie beispielsweise Schornsteine oder Auspuffe bei mobilen Quellen. Beispiele für diffuse Quellen sind die Feldbearbeitung in der Landwirtschaft, die Wiederaufwirbelung von Staub im Straßenverkehr oder der Umschlag von Schüttgütern.

Neben den anthropogenen Staubquellen gibt es auch natürliche Quellen; diese sind in der Regel diffus. Beispiele sind die Bodenerosion, die Vegetation (durch die Absonderung von Pollen, Sporen oder organischen Verbindungen), Waldbrände etc.

In den folgenden Darstellungen der Staubemissionen werden nur direkte, anthropogene und in Österreich entstehende Emissionen berücksichtigt. Wie bereits ausgeführt, lässt sich aus diesen gesamtösterreichischen Betrachtungen nicht auf die lokale Staub-Immissionsbelastung schließen, da diese von einer Vielzahl an Faktoren abhängig ist.

Die präsentierten Ergebnisse basieren weitgehend auf einer im Auftrag des Umweltbundesamtes für Österreich erstellten Emissionsinventur für Staub für die Jahre 1990, 1995 und 1999 (UMWELTBUNDESAMT 2001b). Für die Landwirtschaft und den Verkehrssektor wurden die Daten wie folgt überarbeitet bzw. aktualisiert:

- Die Staubemissionen des Sektors Landwirtschaft wurden gemäß der neuen Methodik des EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2005 (EEA 2005) sowie nach (HINZ 2005) berechnet.
- Die Staubemissionen des Verkehrssektors bestehen einerseits aus den Abgasemissionen, andererseits aus den Emissionen aus Abrieb und Aufwirbelung – letztere wurden erstmals mitberechnet. Die Abgasemissionen wurden mit Hilfe des Globalen Emissionsmodell - GLOBEMI (HAUSBERGER 1998) ermittelt unter Verwendung des Handbuchs der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 2.1 (UMWELTBUNDESAMT 2004c). Die Emissionsfaktoren für die Abriebs- und Aufwirbelungsemissionen wurden abgeleitet aus (EMPA/PSI 2003).

²²Die Grenzwerte für PM₁₀ sind im Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L, BGBl. I 115/97, i.d.g.F) festgelegt. Der tägliche Luftgütebericht und andere immissionsseitige Berichte können unter folgender Adresse im Internet abgerufen werden: http://www.umweltbundesamt.at/tgl_bericht/

Die Studie „Schwebstaub in Österreich - Fachgrundlagen für eine kohärente Strategie zur Verminderung der Schwebstaubbelastung“ bietet einen Überblick über die derzeit in Österreich auftretende Belastung der Außenluft mit Schwebstaub, ihre Quellen und Verursacher sowie eine Zusammenstellung von möglichen Maßnahmen zur Verminderung der Belastung.

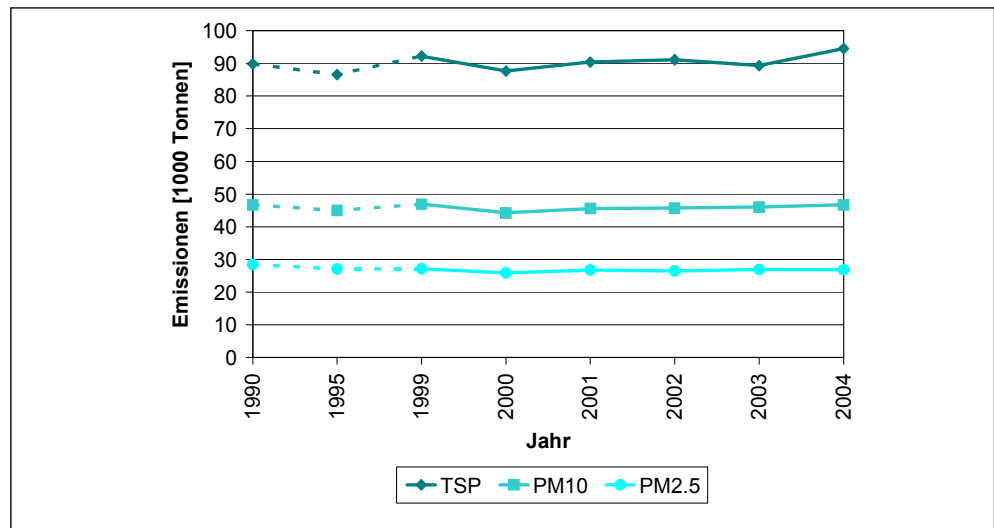
<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/BE277.pdf>

Generell ist zu bemerken, dass mit der Abschätzung von Staubemissionen erhebliche Unsicherheiten (insbesondere bei diffusen Quellen) einhergehen und daher noch weiterer Forschungsbedarf zur Verbesserung der Staubinventur besteht (vgl. dazu auch Kapitel 5 des Vorjahresberichts, in dem Staub als Schwerpunktthema behandelt wurde).

5.1 Gesamttrend

In folgender Abbildung sind die Staubemissionen Österreichs für die Jahre 1990, 1995 und 1999 bis 2004 dargestellt. Die Daten der Jahre 1991–1994 und 1996–1998 wurden mittels Interpolation ermittelt und sind daher gestrichelt dargestellt.

Abb. 32:
Emissionen von TSP,
PM10 und PM2,5 für
1990, 1995 und
1999 bis 2004.



Von 1990 bis 2004 haben die TSP-Emissionen von etwa 90.0000 Tonnen um 5 % auf rund 94.500 Tonnen zugenommen. Die PM10-Emissionen sind in diesem Zeitraum in etwa gleich geblieben (rund 47.000 Tonnen/Jahr). Bei den PM2,5-Emissionen konnte ein Rückgang um 6 % auf etwa 27.000 Tonnen verzeichnet werden.

Von 2003 auf 2004 sind die TSP-Emissionen um 6 % und die PM10-Emissionen um 1,5 % angestiegen. Die PM2,5-Emissionen haben sich kaum geändert.

Hauptverantwortlich für den Emissionsanstieg waren die mit der guten Getreideernte 2004 einhergehenden verstärkten Ernteaktivitäten im Sektor Landwirtschaft.

Im Vergleich zum Vorjahresbericht sind für Staub, insbesondere für Gesamtstaub (TSP), nun höhere Emissionsmengen angeführt. Dies resultiert vor allem aus einer Neuberechnung der Emissionszeitreihen für den Landwirtschaftsbereich und den Verkehrsbereich (vgl. Einleitung Kapitel 5 bzw. Kapitel 1.4).

5.2 Entwicklung nach Sektoren

Maßgebliche Verursacher von Staubemissionen sind der Verkehr (im Wesentlichen Abgasemissionen, Emissionen aus Abrieb- und Bremsvorgängen sowie die vor allem in Städten bedeutende Emissionsquelle der Aufwirbelung von Straßenstaub), die Industrie (vor allem die Bautätigkeit), der Hausbrand (vor allem feste Brennstoffe) sowie die Landwirtschaft (Staubemissionen bei Viehhaltung und Ackerbau).

In den folgenden Abbildungen sind die österreichischen Emissionen von TSP, PM10 und PM2,5 der sechs Verursachersektoren Industrie, Verkehr, Landwirtschaft, Energieversorgung und Kleinverbraucher sowie des Sektors Sonstige für die Jahre 1990, 1995 und 1999 bis 2004 dargestellt.

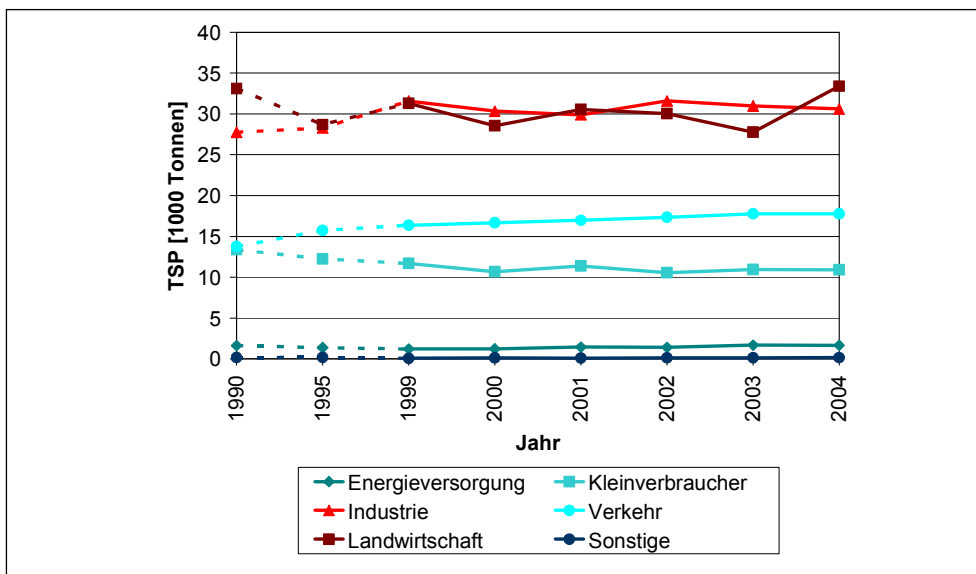


Abb. 33:
Trend der TSP-
Emissionen nach
Sektoren für 1990, 1995
und 1999 bis 2004.

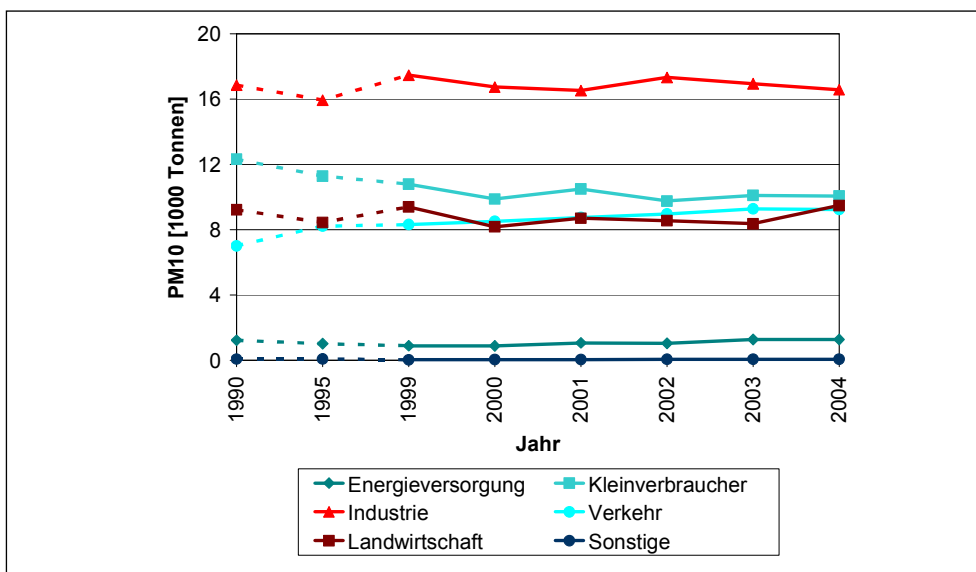
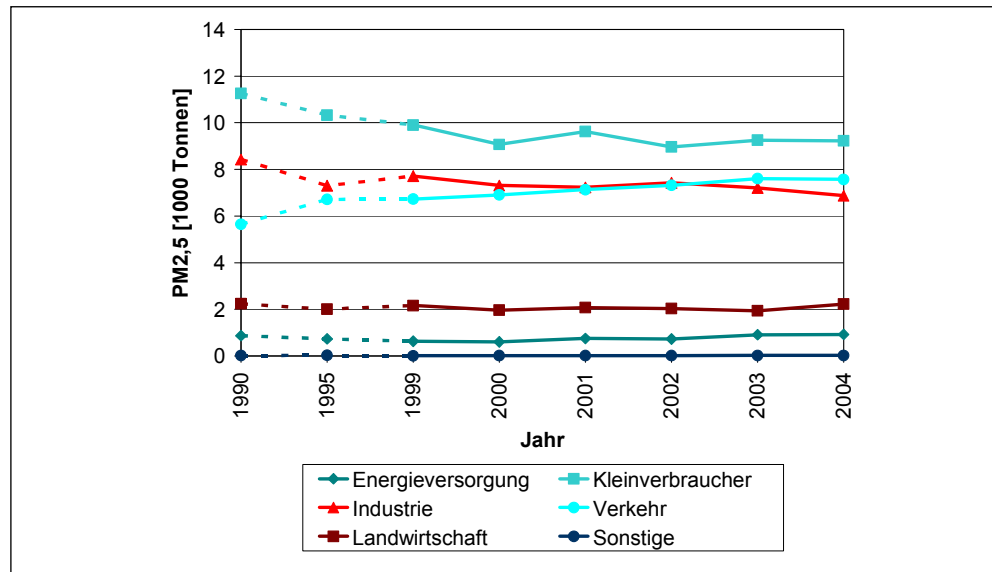


Abb. 34:
Trend der PM10-
Emissionen nach
Sektoren für 1990, 1995
und 1999 bis 2004.

Abb. 35:
Trend der PM_{2,5}-
Emissionen nach
Sektoren für 1990, 1995
und 1999 bis 2004.



Emissionen des Sektors Energieversorgung

Von 1990 bis 2004 haben die gesamten TSP-Emissionen aus diesem Bereich um 2 %, die PM₁₀-Emissionen um 4 % und die PM_{2,5}-Emissionen um 6 %, zugenommen.

Im Jahr 2004 verursachte die Energieversorgung somit 2 % der österreichischen TSP-Emissionen und jeweils 3 % der österreichischen PM₁₀- und PM_{2,5}-Emissionen. Hauptverantwortlich hierfür waren die Strom- und Fernwärmekraftwerke (inklusive energetische Verwertung von Abfall).

Aufgrund des geringen Anteils an den österreichischen Staubemissionen ist der Zuwachs von nachrangiger Bedeutung. Im Sektor Energieversorgung konnten durch die Umstellung von aschereichen Brennstoffen wie Kohle und schweres Heizöl auf aschearme oder -freie Brennstoffe wie Erdgas sowie durch den Gebrauch von Staubabscheidern und den Einsatz von kombinierten Staub-Schwefel-Reduktionsverfahren die Staubemissionsfrachten der Wärmekraftwerke bereits in den 80er Jahren erheblich gesenkt werden.

Im Vergleich zum Vorjahresbericht hat sich der Emissionstrend im Sektor Energieversorgung stark geändert, was auf die neue sektorale Zuordnung der diffusen Emissionen aus der Kohlehandhabung zurückzuführen ist (vgl. Kapitel 1.4).

Emissionen des Sektors Kleinverbraucher

Im Zeitraum von 1990 bis 2004 konnten sowohl die TSP-Emissionen als auch die PM₁₀-Emissionen und die PM_{2,5}-Emissionen der Kleinverbraucher um jeweils 18 % reduziert werden.

2004 wurden 12 % der gesamten TSP-Emissionen, 22 % der gesamten PM₁₀-Emissionen und 34 % der gesamten PM_{2,5}-Emissionen von den Kleinverbrauchern verursacht. Wichtigste Verursacher sind private Haushalte, Gewerbe sowie öffentliche und private Dienstleistungen.



Ein Großteil der Emissionen aus diesem Bereich wird durch auf Kohle, Öl und Biomasse basierenden Feuerungsanlagen, insbesondere bei Öfen für feste Brennstoffe mit manueller Bedienung, verursacht. Die Senkung der Emissionen konnte durch die fortschreitende Anbindung an das öffentliche Erdgas- und Fernwärmenetz, den Ersatz alter Heizungsanlagen durch neue Technologie und den Wechsel zu emissionsärmeren Brennstoffen bewirkt werden. Der nach wie vor ungebrochene Trend zu mehr (1- und 2-Personen-) Haushalten und größeren Wohnungen übt tendenziell Druck in Richtung höhere Staubemissionen aus.

Knapp ein Viertel der Staubemissionen der Kleinverbraucher kommt aus dem Bereich der Offroad-Fahrzeuge und anderer Geräte. Dieser Bereich umfasst die unterschiedlichsten Verbrennungsmaschinen, die in der Land- und Forstwirtschaft, im Bahn-, Schiffs- und Flugverkehr sowie in privaten Haushalten im Einsatz sind. Diese Verbrennungsmaschinen haben nach wie vor sehr hohe spezifische Emissionen und keine Partikelfilter. Die Emissionen der Offroad-Fahrzeuge, die in der Bauwirtschaft und der Industrie eingesetzt werden, sind dem Sektor Industrie zugeordnet.

Emissionen des Sektors Industrie

Die TSP-Emissionen der Industrie sind von 1990 bis 2004 um 10 % gestiegen. Die PM10-Emissionen sind im selben Zeitraum um 2 % und die PM2,5-Emissionen sogar um 18 % gesunken.

2004 verursachte dieser Sektor 32 % der österreichischen TSP-Emissionen, 35 % der österreichischen PM10-Emissionen und 26 % der österreichischen PM2,5-Emissionen. Als wesentliche Quellen sind die steigenden Aktivitäten im Bausektor sowie in der mineralverarbeitenden Industrie zu nennen.

Staubemissionen fallen neben der eigentlichen Produktherstellung vor allem im Bereich der Mühlen und Silos sowie Transporteinrichtungen, Übergabestellen und Verladeeinrichtungen an, besonders wenn diese nicht eingehaust sind. Weitere Emissionsquellen vor allem für diffuse Quellen stellen z. B. die verschmutzten oder unbefestigten Verkehrswege auf einem Betriebsgelände bzw. einem Steinbruch während der Sommerperiode dar.

Wesentliche Minderungsmaßnahmen erfolgten im Betrachtungszeitraum 1990 bis 2004 im Bereich der Metallverarbeitung. Die Verbrennungsmotoren der Off-Road-Maschinen sowie Fahrzeuge des Industrie- und Bausektors haben nach wie vor sehr hohe spezifische Emissionen, da sie weitestgehend noch nicht mit Partikelfiltern ausgestattet sind; hier sind weitere Minderungen möglich. Die Emissionen in der Papierindustrie konnten im Betrachtungszeitraum 1990 – 2004 durch Minderungsmaßnahmen gesenkt werden. Gegenüber dem bisher verwendeten Berechnungsmodell sind zusätzliche anlagenspezifische Messwerte eingeflossen.

Emissionen des Sektors Verkehr

Die TSP-Emissionen des Sektors Verkehr sind von 1990 bis 2004 um 29 % gestiegen. Die PM10-Emissionen sind im selben Zeitraum um 32 % und die PM2,5-Emissionen um 34 % gestiegen.

Im Jahr 2004 verursachte der Sektor Verkehr 19 % der gesamten TSP-Emissionen, 20 % der gesamten PM10-Emissionen und 28 % der gesamten PM2,5-Emissionen Österreichs. Hauptverantwortlich hierfür waren die Emissionen aus dem Straßenverkehr.

Staubemissionen vom Straßenverkehr setzen sich aus Abgasemissionen sowie Abriebs- und Aufwirbelungsemissionen zusammen. Die Abgasemissionen sind vom Antriebssystem des Fahrzeugs abhängig. Verantwortlich sind hierbei in erster Linie die Dieselmotoren. Vom Antriebssystem des Fahrzeugs unabhängig entstehen im Straßenverkehr Emissionen aufgrund von Reifen- und Bremsabrieb. Die verkehrsbedingte Aufwirbelung von Staub wurde erstmals berücksichtigt.

Die hohen Zuwachsraten sind auf die immer weiter steigende Anzahl an Fahrzeugen, respektive die Steigerung der Fahrleistung (Personen und Fracht) zurückzuführen. Technische Verbesserungen bei den Abgasemissionen wurden durch einen rapiden Zuwachs von Diesel-PKW mehr als wettgemacht. Nach derzeitigem Wissensstand ist der Tanktourismus für etwa 17 % der Staubemissionen dieses Sektors verantwortlich. Tanktourismus resultiert aus Preisunterschieden zum benachbarten Ausland. Die derzeit günstigeren Treibstoffpreise in Österreich führen dazu, dass bevorzugt in Österreich getankt, jedoch der Kraftstoff zum Teil im Ausland verbraucht bzw. verfahren wird.

Emissionen des Sektors Landwirtschaft

Die TSP-Emissionen der Landwirtschaft sind von 1990 bis 2004 um 1 % und die PM10-Emissionen um 3 % gestiegen. Die PM2,5-Emissionen haben sich nicht verändert.

Im Jahr 2004 verursachte die Landwirtschaft 35 % der gesamten TSP-Emissionen, 20 % der gesamten PM10-Emissionen und 8 % der gesamten PM2,5-Emissionen. Die Emissionen stammten zum Großteil aus ackerbaulicher Tätigkeit und zu einem geringeren Teil aus der Viehhaltung.

Folgende Staubquellen konnten im Sektor Landwirtschaft identifiziert werden:

- Feldbearbeitung: Pflügen, Eggen, Säen, Düngen,...;
- Ernteaktivitäten: Getreide dreschen, Heu- und Strohernte, Trocknen,...;
- Bewegung bzw. Manipulation von staubenden Landwirtschaftsgütern: Getreide und Düngemittel, Futter und Streumaterialien;
- Tierhaltung: Stäube von Heu, Stroh, Hackschnitzel, Tierschuppen und -haaren, Sporen;
- Bakterien, Milben, Pollen;
- Ausbringen und Lagern von Gülle (Beitrag zu sekundären anorganischen Aerosolen, wird jedoch nicht abgebildet)²³;
- Abgasemissionen der Traktoren und anderer landwirtschaftlicher Geräte, diese Emissionen werden jedoch in diesem Bericht im Sektor Kleinverbraucher abgebildet.

Aus den verschiedensten Arbeitsgängen und Produktionsprozessen in der Landwirtschaft resultieren Emissionen von Partikeln, deren Ausmaß und Gefährdungspotenzial noch weitgehend unbekannt sind. Hier besteht noch erheblicher Forschungsbedarf.

²³Bei den Emissionsdaten handelt es sich um Angaben zum Ausstoß von Schwebestaub aus gefassten und diffusen **primären** Quellen.



Der Anstieg der landwirtschaftlichen Staubemissionen 2003 auf 2004 lässt sich im Wesentlichen auf die verstärkte Ernteaktivität (Mähdreschen) aufgrund der guten Getreideernte 2004 zurückführen. Der Emissionszuwachs 2004 ist auch im Zusammenhang mit der schlechten Ernte des Dürrejahres 2003 zu sehen.

Anzumerken ist, dass die Neuberechnung der landwirtschaftlichen Staubemissionen im Rahmen der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI) für die gesamte Emissionszeitreihe deutlich höhere Werte im Vergleich zu den im Vorjahresbericht dargestellten Werten ergab (vgl. Kapitel 1.4).

Emissionen des Sektors Sonstige

Der Sektor Sonstige enthält Staubemissionen aus der Abfallbehandlung (ohne thermische Verwertung) und der Lösemittelanwendung.

In diesem Bereich sind die TSP-Emissionen von 1990 bis 2004 um 11 %, die PM₁₀-Emissionen um 12 % und die PM_{2,5}-Emissionen um 15 % gesunken. Die Emissionen des Sektors Sonstige sind mit unter einem Prozent an den österreichischen Staubemissionen von untergeordneter Bedeutung.

6 SCHWERMETALLE

Schwermetalle werden durch anthropogene Vorgänge in die Luft emittiert und können so direkt über den Luftpfad eine schädliche Wirkung auf den Menschen und die Umwelt ausüben. Es kann auch eine Akkumulation von Schwermetallen im Boden und in Ökosystemen stattfinden, in weiterer Folge kann es über die Nahrungskette wiederum zu schädlichen Auswirkungen auf den Menschen kommen.

2003 ist das Protokoll über Schwermetalle der UNECE Konvention über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen (CLRTAP²⁴) in Kraft getreten, dessen Ziel die Begrenzung, Verringerung oder völlige Verhinderung der Ableitung, Emission und unbeabsichtigten Freisetzung von Schwermetallen ist. Aufgrund ihres besonders hohen Gesundheitsgefährdungspotenzials werden die Emissionen von Blei (Pb), Cadmium (Cd) und Quecksilber (Hg) genauer betrachtet. Ergänzend und somit fakultativ ist derzeit noch die Berichterstattung von Daten zu Arsen (As), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Nickel (Ni) und Zink (Zn).

Die Schwermetallemissionen der Jahre 1985, 1990 und 1995 wurden nach (WINDSPERGER et al. 1999) erhoben. Die Angaben der dazwischen liegenden Jahre wurden auf Basis der Erkenntnisse dieser Studie abgeschätzt. In einer weiteren Studie wurden die Emissionen der Schwermetalle von 1995 bis 2000 behandelt (UMWELTBUNDESAMT 2001a). Die Ermittlung der Schwermetallemissionen für das Jahr 2004 erfolgte auf Grundlage dieser Studie.

Hauptverursacher und Trend

Die Schwermetallemissionen kommen im Wesentlichen aus den drei Sektoren Industrie, Kleinverbraucher und Energieversorgung.

In folgender Abbildung ist die Entwicklung des anthropogenen Ausstoßes von Cadmium, Quecksilber und Blei von 1990 bis 2004 dargestellt (Angabe als Index in Prozent).

²⁴United Nations Economic Commission for Europe/Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (UNECE/CLRTAP), UN-Wirtschaftskommission für Europa / Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen

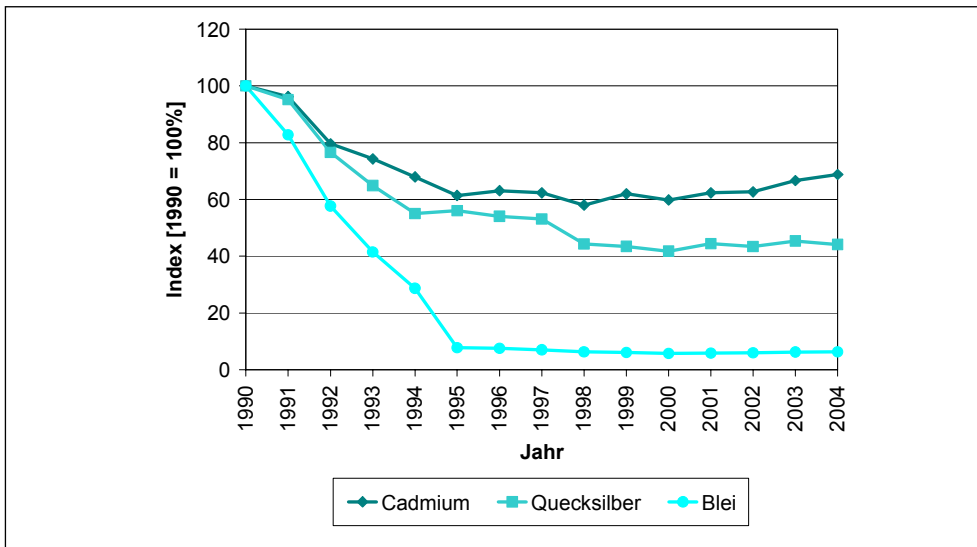


Abb. 36:
Index-Verlauf der
österreichischen
Schwermetallemissionen
(Cd, Hg und Pb) von
1990 bis 2004
(in Prozent).

Seit 1990 konnten die Pb-Emissionen vor allem durch das Verbot von bleihaltigem Benzin um 94 % auf derzeit etwa 13 Tonnen verringert werden. Die Emissionen von Cadmium und Quecksilber wurden im selben Zeitraum um 31 % (Cd) bzw. 56 % (Hg) auf je etwa eine Tonne reduziert. Der neuerliche Anstieg der Cd-Gesamtemissionen in den letzten Jahren ist hauptsächlich auf den Anstieg der Emissionen im Bereich der Energieversorgung und der Kleinverbraucher zurückzuführen.

Insgesamt verändert sich die Verursacherstruktur, da mit Emissionsminderungen in einzelnen Bereichen andere bisher weniger bedeutende Bereiche, wie z. B. die Mineralölverarbeitung, an Bedeutung hinsichtlich der Emissionen gewinnen.

6.1 Cadmium (Cd)

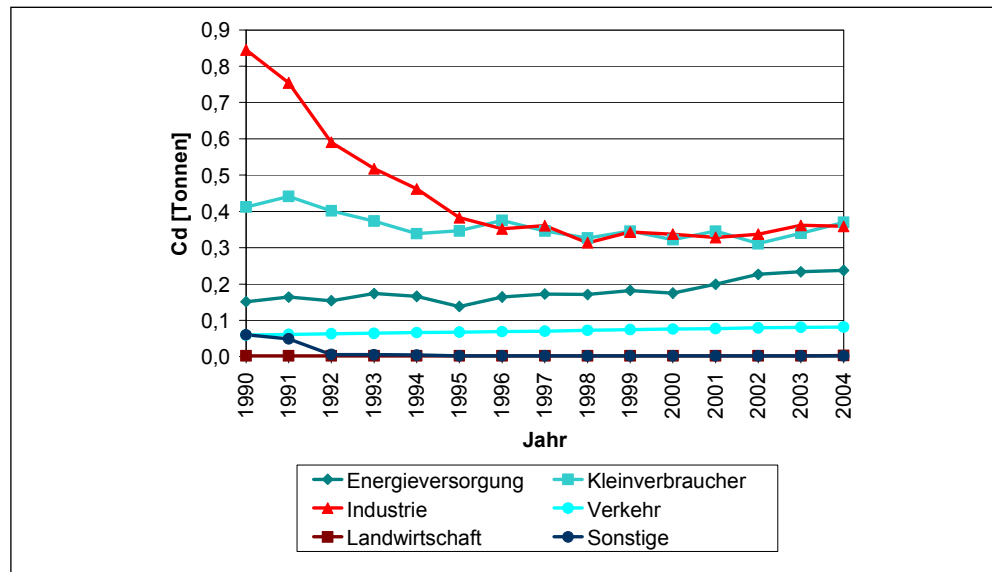
Cadmium (Cd) ist ein metallisches Element, das in geringen Konzentrationen in der Umwelt ubiquitär ist. Der anthropogene Eintritt von Cd in die Umwelt und die Aufnahme durch den Menschen hat seit Bekanntwerden der hohen gesundheitlichen Gefährdung in Österreich eine stetig zurückgehende Entwicklung. Neben Tabakrauchen, das eine beachtliche zusätzliche Cd-Belastung darstellt, ist die bedeutendste Belastungsquelle für die „nicht rauchende“ Bevölkerung die Nahrung, da sich Cd im menschlichen und tierischen Organismus anreichert. Cd und seine Verbindungen sind als »eindeutig als krebserregend ausgewiesene Arbeitsstoffe« klassifiziert.

Hauptverursacher und Trends

Im Jahr 2004 kamen 35 % der Cd-Emissionen von den Kleinverbrauchern, 34 % aus dem Sektor Industrie, 23 % von der Energieversorgung und 8 % vom Verkehr. Die Emissionen aus den Bereichen Landwirtschaft und Sonstige sind vernachlässigbar gering.

In folgender Abbildung sind die Cd-Emissionstrends der sechs Verursachersektoren dargestellt.

Abb. 37:
Trend der Cd-
Emissionen nach
Sektoren von
1990 bis 2004.



Von 1990 bis 2004 konnten die Cd-Emissionen um 31 % gesenkt werden. Den größten Beitrag lieferte dabei der Sektor Industrie (– 58 %), daneben haben auch die Sektoren Sonstige (– 97 %) und die Kleinverbraucher (– 10 %) Reduktionen zu verzeichnen

Der Cd-Anstieg des Energieversorgungssektors (57 %) ist überwiegend auf den Anstieg der Emissionen bei der Verarbeitung von Mineralölrückständen und schwerem Heizöl bei der Mineralölraffination zurückzuführen. Der vermehrte Einsatz von Holz und Holzabfällen in kleineren Heizwerken trägt ebenfalls zum ansteigenden Trend bei. Mit dem steigenden Verkehrsaufkommen, insbesondere des Schwerkverkehrs, stiegen auch die Cd-Emissionen dieses Sektors von 1990 bis 2004 um 38 % an.

Ursachen

Da, wie bereits eingangs erwähnt wurde, Cd ubiquitär ist, ist es auch in Brennstoffen enthalten und wird bei der Verbrennung freigesetzt und vorwiegend zusammen mit Staubpartikeln emittiert. Diese so genannten pyrogenen Emissionen sind in Österreich die Hauptquelle für Cd-Emissionen. Dabei sind vor allem die Verfeuerung fester Brennstoffe – und zwar sowohl biogener als auch fossiler Herkunft (Holz, Koks und Kohle) – sowie die thermische Verwertung von Hausmüll und Industrieabfällen relevant. Auch bei der Nachverbrennung von Raffinerierückständen treten Cd-Emissionen auf.

Neben den pyrogenen stellt die Eisen- und Stahlerzeugung – hier speziell das Schrottreycling mit Farb- und Lackanhaftungen, die Cadmiumverunreinigungen enthalten – eine weitere Quelle für Cd-Emissionen dar. In der Nichteisen-Metallindustrie fällt Cd in der Zink- und Bleiproduktion an. Ebenfalls fallen Cd-Emissionen bei der Zementherstellung an. Durch wachsendes Verkehrsaufkommen vor allem im Schwerklastbereich wird Cd zunehmend im Verkehrssektor durch Reifen- und Bremsabrieb freigesetzt.

Als Hauptfaktoren für die Reduktion der Cd-Emissionen sind Einzelmaßnahmen in der Industrie – wie zum Beispiel verbesserte Staubabscheidung bei Verbrennungsanlagen, in der Eisen- & Stahlerzeugung und bei Müllverbrennungsanlagen zu nennen.

6.2 Quecksilber (Hg)

Quecksilber (Hg), das einzige bei Raumtemperatur flüssige Metall, hat zahlreiche Anwendungsgebiete. Es wird z. B. in Thermometern, Batterien, Leuchtstofflampen und als Pflanzenschutzmittel verwendet. Es gelangt über das Abwasser oder durch die Müllverbrennung sowie durch unsachgemäße Handhabung in die Umwelt. Die Dämpfe des Metalls sind gesundheitsschädlich und bei lang andauernder Einwirkung kann es zu irreversiblen und somit chronischen Schäden kommen.

Hauptverursacher und Trends

Im Jahr 2004 stammten 53 % der Hg-Emissionen aus der Industrie, je 23 % von den Kraftwerken der Energieversorgung und von den Kleinverbrauchern und 1 % aus dem Sektor Sonstige. Die Hg-Emissionen der Landwirtschaft und des Verkehrs sind vernachlässigbar gering.

In folgender Abbildung sind die Hg-Emissionstrends der sechs Verursacherektoren dargestellt.

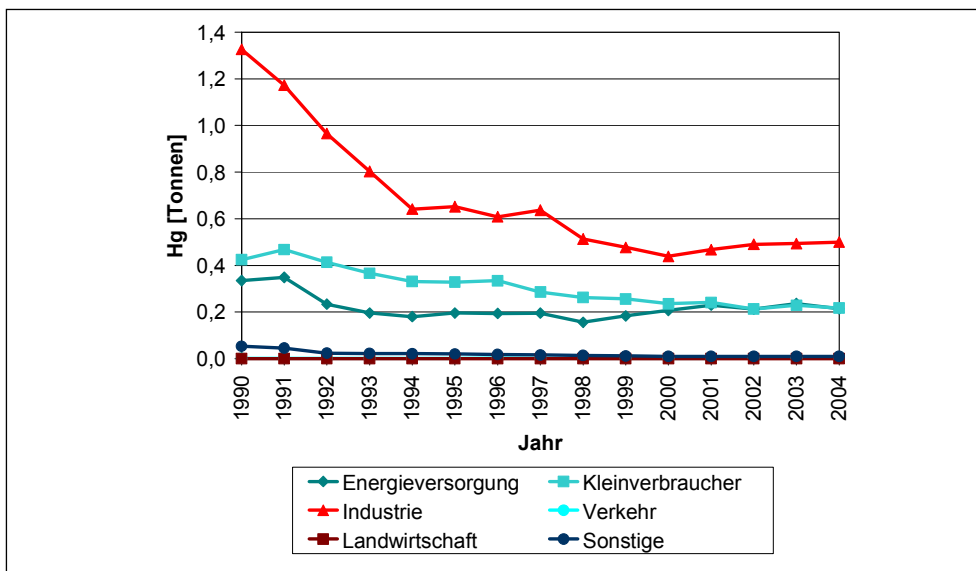


Abb. 38:
Trend der Hg-Emissionen nach Sektoren von 1990 bis 2004.

Die gesamten Emissionen sanken zwischen 1990 und 2004 um 56 %, wobei die Industrie einen Anteil von 62 % an der Gesamtreduktion erreichte. Die Kleinverbraucher reduzierten ihre Hg-Emissionen um 49 %, der Sektor Sonstige konnte eine Abnahme von 81 % erreichen. Mittels diverser Reduktionsmaßnahmen im Sektor Energieversorgung (Errichtung von gekapselten Förderanlagen für Kohle und Asche, Einbau von (Elektro-)Filter und Nachbehandlung durch Nasswäsche)

wurde eine Verringerung der Hg-Emissionen im Betrachtungszeitraum 1990 bis 2004 von insgesamt 36 % erreicht. Diesem positiven Trend entgegen wirkte der verstärkte Einsatz von Steinkohle und auch von Holzabfällen als Energieträger, was die Hg-Emissionen der Energieversorgung seit 1998 wieder leicht ansteigen ließ.

Ursachen

Quecksilber wird hauptsächlich durch die Verbrennung von Koks, Kohle, Raffinerie-Rückständen und Brennholz sowie durch industrielle Produktion freigesetzt. Hauptemittenten in Österreich sind die Sektoren Industrie, Kleinverbraucher und Energieversorgung. Der Rückgang der Hg-Emissionen ist vor allem auf emissionsmindernde Maßnahmen der Eisen- & Stahlerzeugung sowie in Sinteranlagen, bei Müllverbrennungsanlagen und in der Zement- und Chlorerzeugung zurückzuführen. Zu beachten ist hierbei, dass auch die energetische Nutzung von (Haus-)Müll in Abfallverbrennungsanlagen dem Bereich der Energieversorgung zugeordnet ist.

6.3 Blei (Pb)

Blei ist ein vielseitiges Metall, das heute vorwiegend als Energiespeicher in Akkumulatoren sowie als Schutzwerkstoff in der Medizintechnik (Abwehr von Röntgenstrahlung und Radioaktivität) bzw. im Bauwesen als Schallschutz verwendet wird. Außerdem ist Pb ein wichtiger Legierungsbestandteil und wird zur Auskleidung von Rohrleitungen und Apparaten in der chemischen Industrie eingesetzt. Zur Herstellung von Pigmenten für Farben und Lacke, optischen Gläsern und Halbzeugen werden Bleioxide verwendet.

Hauptverursacher und Trends

Im Jahr 2004 hatte der Sektor Industrie einen Anteil von 66 %, die Kleinverbraucher einen Anteil von 21 % und die Energieversorgung einen Anteil von 13 % an den österreichischen Pb-Emissionen. Die Emissionen aus dem Verkehr waren 2004 ebenso wie die Emissionen aus der Landwirtschaft und dem Sektor Sonstige vernachlässigbar gering.

In folgender Abbildung sind die Pb-Emissionstrends der sechs Verursacherektoren dargestellt.

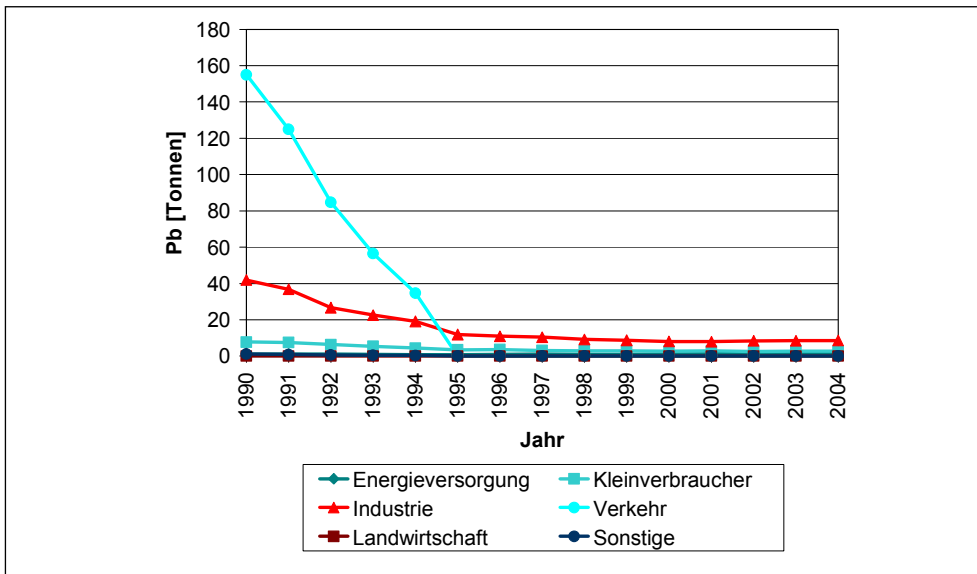


Abb. 39:
Trend der Pb-
Emissionen nach
Sektoren von
1990 bis 2004.

Von 1990 bis 2004 konnten die gesamten Bleiemissionen um 94 % gesenkt werden. Dieser starke Rückgang ist vor allem auf den Sektor Verkehr (- 100 %) und den Sektor Industrie (- 79 %) zurückzuführen. Die Kleinverbraucher konnten ihre Pb-Emissionen um 65 % reduzieren. Im Bereich der Energieversorgung kam es hingegen zu einer Zunahme von 52 %.

Ursachen

Für die Bleiemissionen Österreichs sind in erster Linie die Eisen- und Stahlindustrie, der Hausbrand sowie die gewerblichen und industriellen Verbrennungsanlagen verantwortlich. In diesen Bereichen sind vielfach Emissionsminderungsmaßnahmen (z. B. (Elektro-)Filter, Nasswäschanlagen usw.) in Feuerungs- und sonstigen Industrieanlagen zum Einsatz gekommen.

Durch die Einführung bleifreier Ottokraftstoffe im Jahre 1984 und dem nachfolgenden nationalen Verbot bleihaltigen Normalbenzins (1986) sowie den Verzicht von bleihaltigen Bremsbelägen konnte eine fast vollständige Reduzierung der Bleiemissionen im Verkehrssektor erreicht werden.

Weitere bedeutende Quellen von Pb-Emissionen sind die sekundäre Kupfer- & Bleierzeugung und die Verbrennung von Raffinerie-Rückständen sowie die Glaserzeugung.

Der Emissionszuwachs im Sektor Energieversorgung ist auf den zunehmenden Einsatz von Holz und Holzabfällen in kleineren Heizwerken sowie auf den seit einigen Jahren wieder ansteigenden Steinkohleeinsatz bei kalorischen Kraftwerken zurückzuführen.

7 PERSISTENTE ORGANISCHE VERBINDUNGEN

Unter persistenten organischen Schadstoffen (POPs)²⁵ versteht man in der Umwelt langlebige und schädliche organische Substanzen. Die in diesem Bericht behandelten persistenten organischen Schadstoffe umfassen polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAKs), Dioxine und Hexachlorbenzol.

Das Aarhus-Protokoll²⁶ über POPs, dessen Ziel die Begrenzung, Verringerung oder völlige Verhinderung der Ableitung, Emission und unbeabsichtigten Freisetzung ist, wurde als erste Maßnahme zur Beschränkung der aus den POPs resultierenden Risiken vereinbart und gilt für Europa und Nordamerika. Die vom Protokoll erfassten Stoffe²⁷ dürfen – von einigen Ausnahmen abgesehen – nicht mehr hergestellt und verwendet werden bzw. als unerwünschte Nebenprodukte entstehen. Mit der POP-Konvention vom 17. Mai 2004, auch bekannt als Stockholmer Übereinkommen, wurde ein Prozess in Gang gesetzt, der das weltweite Verbot von besonders gefährlichen Chemikalien, des so genannten „dreckigen Dutzend“ (dirty dozen), zum Ziel hat.

7.1 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAKs)

Die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAKs) sind eine Substanzgruppe von über 100 Einzelverbindungen unterschiedlicher Flüchtigkeit, die in Erdöl, Kohle und Tabakteeer enthalten sind, in erster Linie aber als Produkte unvollständiger Verbrennung und bei der Müllverbrennung entstehen und somit in den Abgasen von Feuerungsanlagen und Verbrennungsmotoren enthalten sind. Dies bedeutet, dass PAKs ubiquitär in der Umwelt verteilt sind.

In einer Studie (UMWELTBUNDESAMT 2001c) wurden jene vier polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe erhoben, die vom UNECE-Protokoll – dem so genannten Aarhus Protokoll (1998) – betreffend persistente organische Verbindungen gefordert werden. Es handelt sich hierbei um Benz(a)pyren, Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren und Indeno(1,2,3-cd)pyren. Die Summe der in Abbildung 40 angegebenen PAKs bezieht sich somit auf diese vier Verbindungen.

Trend

Insgesamt konnten die PAK-Emissionen im Zeitraum von 1990 bis 2004 um 49 % auf etwa 8,7 Tonnen reduziert werden. Von 2003 auf 2004 kam es zu einem Anstieg von 2 %.

In folgender Abbildung ist die Entwicklung des anthropogenen Ausstoßes von PAKs seit 1990 dargestellt.

²⁵ persistent organic pollutants.

²⁶ im Rahmen der UNECE/LRTAP-Convention (United Nations Economic Commission for Europe/Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (UNECE/LRTAP), UN-Wirtschaftskommission für Europa/Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen).

²⁷ Aldrin, Chlordane, Chlordecone, DDT, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Hexachlorobenzene (HCB), Mirex, Toxaphene, Hexachlorocyclohexane (HCH), Hexabromobiphenyl, Polychlorinated Biphenyls (PCBs), Dioxins/Furans (PCDD/F), Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAKs), Short-chain Chlorinated Paraffins (SCCP), Pentachlorophenol (PCP).

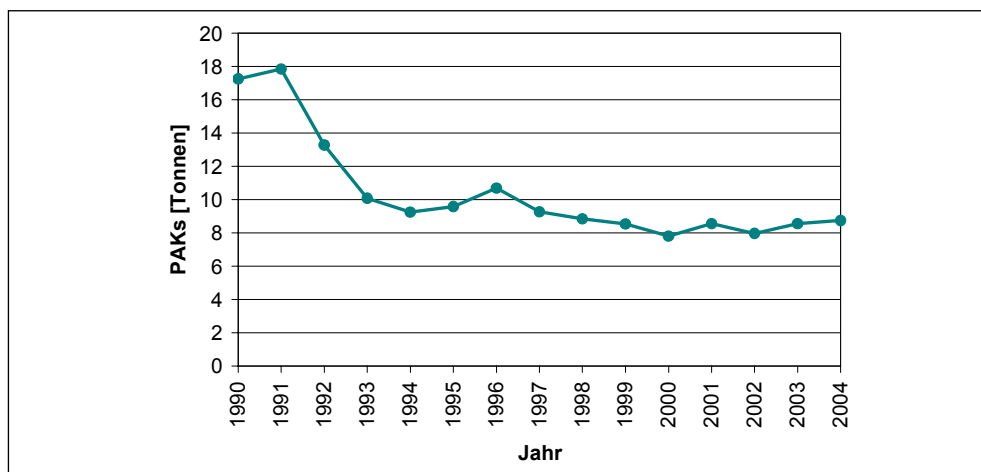


Abb. 40:
Trend der PAK-
Emissionen von
1990 bis 2004.

Hauptverursacher und Trends

In folgender Abbildung sind die PAK-Emissionstrends der sechs Verursacherektoren dargestellt.

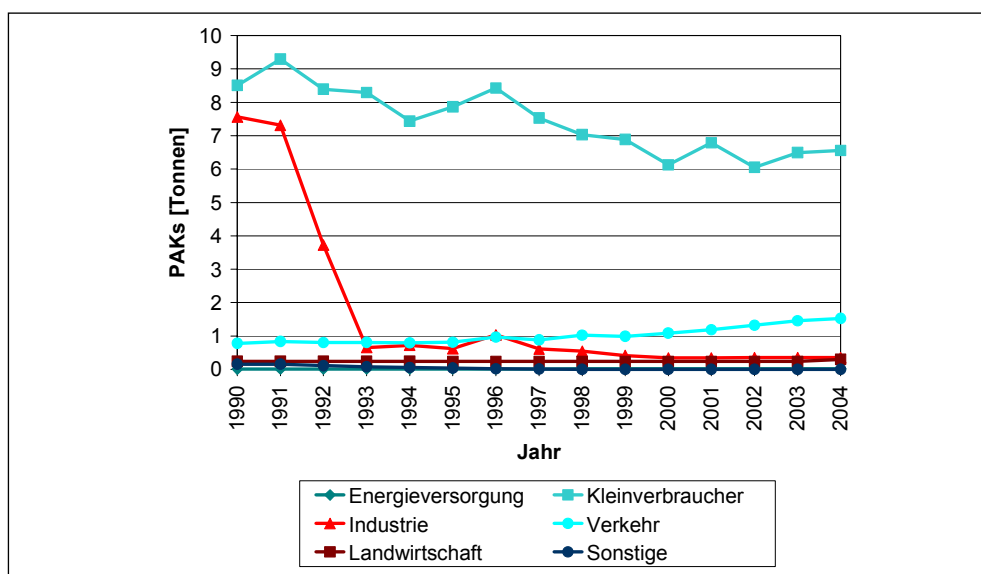


Abb. 41:
Trend der PAK-
Emissionen nach
Sektoren von
1990 bis 2004.

Von 1990 bis 2004 waren die Sektoren Kleinverbraucher, Verkehr und Industrie die Hauptverursacher der österreichischen PAK-Emissionen. Das Verbot der offenen Strohverbrennung am Ende der 80er Jahre sowie die Einstellung der Primäraluminiumproduktion Anfang der 90er Jahre führte zu einer deutlichen Reduktion der Emissionen von PAKs in den Sektoren Landwirtschaft und Industrie. Die Industrie hatte 2004 einen Anteil von 4 % an den PAK-Emissionen Österreichs, die Landwirtschaft verursachte 3 %.

Im Jahr 2004 waren die Kleinverbraucher mit einem Anteil von 75 % die Hauptverursacher der österreichischen Gesamtemissionen. Die PAK-Emissionen aus dem Bereich der Kleinverbraucher 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 weitere deutliche Reduktion des PAK-Ausstoßes bewirken (vgl. Kapitel 8.2).

Die PAK-Emissionen des Verkehrs sind in den vergangenen 14 Jahren von 5 % (1990) auf 17 % Prozent (2004) stetig angestiegen. Ein Minderungspotenzial ergibt sich in Zukunft aus der Reduktion der Rußemissionen von mit Dieselmotoren betriebenen Kraftfahrzeugen, da PAKs großteils an diese Mikropartikel adsorbiert sind.

Die PAK-Emissionen aus der Energieversorgung und dem Sektor Sonstige sind vernachlässigbar gering.

7.2 Dioxine

Dioxine sind eine Sammelbezeichnung für insgesamt 210 chemisch verwandte Substanzen, die zur Gruppe der persistenten organischen Schadstoffe (POPs) gehören. Weltweit Aufsehen erregte diese Schadstoffgruppe nach einem schweren Unfall in einer Chemiefabrik in Seveso (Italien) im Jahr 1976, bei dem große Mengen Dioxine mit katastrophalen Folgen für Menschen und Umwelt emittiert wurden.

Dioxine umfassen 75 polychlorierte Dibenz-p-dioxine (PCDD) und 135 polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) mit ähnlichen Eigenschaften (Kongenere). Im Säugetierorganismus – und damit auch im Menschen – wirken von diesen 210 Substanzen 17 besonders toxisch.

Dioxine werden nicht im industriellen Maßstab produziert, sondern entstehen als Nebenprodukte zahlreicher industrieller Prozesse und Verbrennungsvorgänge. Bei der Verbrennung von organischem kohlenstoffhaltigem Material in Anwesenheit von organischen oder anorganischen Halogen-Verbindungen können sie sich in einem bestimmten Temperaturbereich (300–600°C) – dem so genannten Dioxin-Fenster – bilden. Auch natürliche Prozesse wie z. B. durch Blitzschlag verursachte Wald- oder Steppenbrände oder Vulkanausbrüche können zur Bildung von Dioxinen führen.

Die mengenmäßig größten Emissionen an Dioxinen und Furanen werden durch den Hausbrand, die Sinteranlagen, die Sekundär-Aluminiumerzeugung, die Gewinnung und Produktion von Eisen und Stahl und jene Branchen, die Holz- und Holzreststoffe thermisch verwerten, verursacht. Branchen, die aufgrund der verwendeten Verfahren, der Einsatzstoffe sowie der Betriebsbedingungen Anlagen mit hohem Dioxinemissionspotenzial betreiben, spielen – bedingt durch die in den letzten Jahren gesetzten Minderungsmaßnahmen – für die Gesamtemission nur noch eine untergeordnete Rolle. Dazu gehören z. B. die Müllverbrennungsanlagen und mit einigen Einschränkungen die Sekundär-Kupferproduktion (UMWELTBUNDESAMT 2000).

Trend

Von 1990 bis 2004 konnten die Dioxinemissionen um 75 % gesenkt werden, wobei in den ersten drei Jahren mit Abstand die größte Emissionsminderung verzeichnet werden konnte. Im Verlaufe des Jahres 2002 konnte eine Reihe anstehender Reduktionspotenziale erfolgreich umgesetzt werden, so dass in diesem Jahr eine deutliche Emissionsreduktion erreicht werden konnte. Von 2003 auf 2004 kam es zu einem Anstieg von 0,6 % auf rund 41 Gramm Dioxin.

In folgender Abbildung ist der Trend der Dioxinmissionen Österreichs dargestellt.

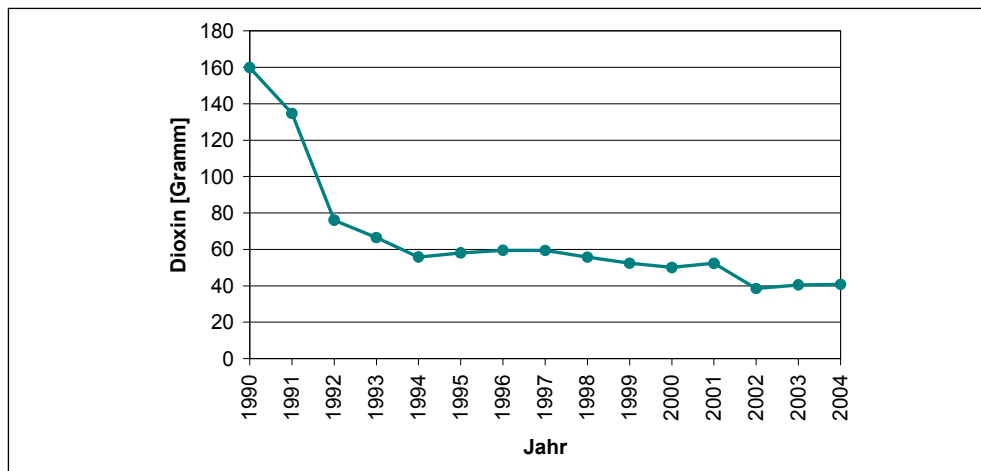


Abb. 42:
Trend der
Dioxinmissionen
von 1990 bis 2004.

Hauptverursacher und Trends

In folgender Abbildung sind die Emissionstrends der sechs Verursachersektoren dargestellt.

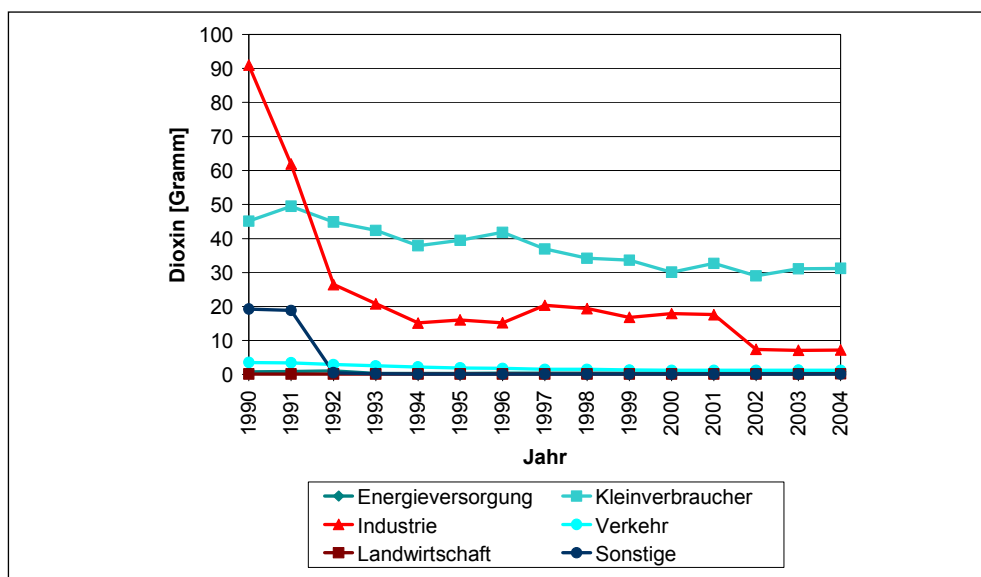


Abb. 43:
Trend der
Dioxinmissionen
nach Sektoren
von 1990 bis 2004.

Seit Ende der 80er Jahre konnten die Dioxinmissionen erheblich reduziert werden. Dies ist vor allem auf umfangreiche Emissionsminderungsmaßnahmen, die in der Industrie und bei den Müllverbrennungsanlagen gesetzt worden waren, zurückzuführen. Auslöser für die Reduktion der Emissionen Ende der 80er Jahre war der Erlass der Luftreinhalteverordnung, welche die Dioxinmissionen bei der Abfallverbrennung sowie bei Dampfkesselanlagen beschränkt. Zu Beginn dieses Jahrtausends konnte eine signifikante Verringerung der Emissionen in der Industrie – die vorwiegend dem Sintervorgang in der Eisen- und Stahlerzeugung zuzuschreiben ist – verzeichnet werden. Im Jahr 2004 verursachte der Sektor Industrie somit nur noch 18 % der österreichischen Dioxinmissionen. Die Energieversorgung war lediglich für 2 % der Dioxinmissionen Österreichs verantwortlich und die Emissionen aus der Landwirtschaft und dem Sektor Sonstige waren vernachlässigbar gering.

Seit 1992 liefern die Kleinverbraucher den größten Beitrag (Heizungs- und Kleinfeuerungsanlagen, insbesondere Verbrennung von festen Brennstoffen). Die Emissionen aus diesem Bereich nahmen in den letzten Jahren vergleichsweise wenig ab und betragen im Jahr 2004 77 %. Im Bereich der Kleinfeuerungsanlagen ist langfristig ein Sinken der Dioxinmissionen zu erwarten. Dies beruht vor allem auf der Umstellung von Einzelöfen auf Zentralheizungsanlagen. Wesentliche Einflussfaktoren sind aber auch der Brennstoffverbrauch und der Brennstoffmix.

Der Verkehr verursachte im Jahr 2004 3 % der österreichischen Dioxinmissionen. Bis Anfang der 90er Jahre enthielten auch die Abgase von Kraftfahrzeugen polychlorierte (aber auch polyhalogenierte) Dibenzodioxine und Dibenzofurane. Der Einsatz von halogenhaltigen Scavengern (Chlor- und Bromverbindungen) war dafür verantwortlich. Der Einsatz dieser Scavenger ist nun in den meisten Staaten der EU – in Österreich seit 1991 – verboten. Insgesamt steht der Rückgang der Emissionen im Verkehr eng in Zusammenhang mit dem Verbot von verbleitem Benzin.

7.3 Hexachlorbenzol (HCB)

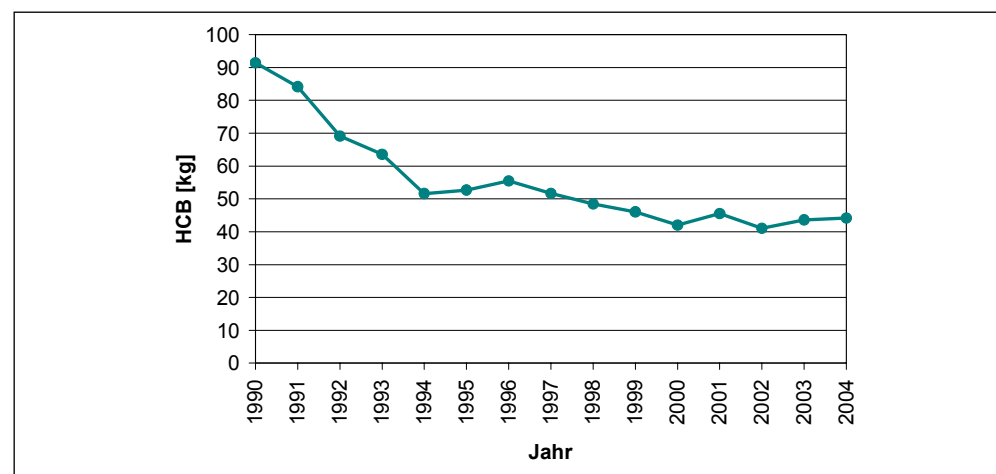
Hexachlorbenzol (HCB) findet vielseitige direkte und indirekte Verwendung. Unmittelbar wurde es überwiegend als Pestizid und Fungizid, meist als Saatgutbeizmittel oder Bodenbehandlungsmittel eingesetzt. Ein Verbot des Einsatzes als Pflanzenschutzmittel erfolgte 1992. Weiters wurde es in der Arzneimittelherstellung, als Desinfektionsmittel und in Holzschutzmitteln eingesetzt. Zudem ist HCB ein Zwischenprodukt bei der Herstellung chlorierter Lösemittel.

Trend

Von 1990 bis 2004 konnten die gesamten HCB-Emissionen Österreichs um insgesamt 52 % auf rund 44 Kilogramm gesenkt werden. Die größten Reduktionen erfolgten in der ersten Hälfte der 90er Jahre. Von 2003 auf 2004 kam es zu einem Anstieg von 1 %.

In folgender Abbildung ist der Trend der HCB-Emissionen Österreichs dargestellt.

Abb. 44:
Trend der HCB-
Emissionen
von 1990 bis 2004.



Hauptverursacher und Trends

In folgender Abbildung sind die Trends der HCB-Emissionen der sechs Verursachersektoren dargestellt.

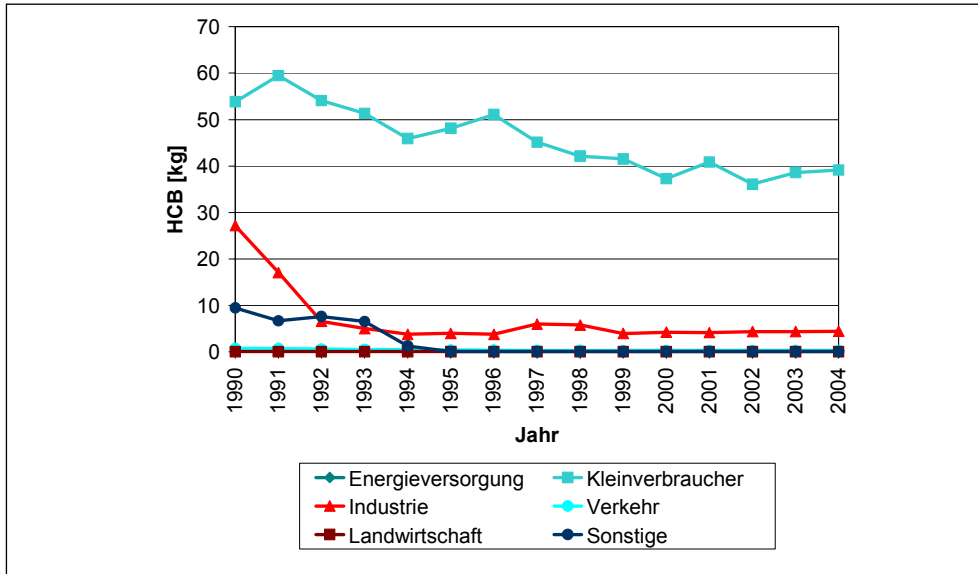


Abb. 45:
Trend der HCB-
Emissionen
nach Sektoren
von 1990 bis 2004.

2004 waren die Kleinverbraucher (Kleinfeuerungsanlagen) mit einem Anteil von 89 % Hauptverursacher der HCB-Emissionen. Die Industrie hatte einen Anteil von 10 %. Je knapp 1 % der Emissionen kamen aus der Energieversorgung und dem Verkehr. Die Emissionen aus dem Sektor Sonstige und der Landwirtschaft sind vernachlässigbar gering.

Von 1990 bis 2004 konnte die Industrie mit einem Minus von 84 % die weitaus größten Reduktionen erzielen. Dies ist vor allem auf Emissionsminderungsmaßnahmen in der Eisen- und Stahlindustrie zurückzuführen. Außerdem ist HCB als Nebenprodukt bei der Produktion von chlorierten Kohlenwasserstoffen angefallen, die Produktion wurde jedoch zu Beginn der 90er Jahre schrittweise eingestellt.

Die Kleinverbraucher reduzierten im selben Zeitraum ihre Emissionen um 27 %, was auf den geringeren Einsatz von Holz und Kohle beim Hausbrand zurückzuführen ist.

Der Rückgang der HCB-Emissionen des Sektors Sonstige in der ersten Hälfte der 90er Jahre ist auf das In-Kraft-Treten von Verbotbeschränkungen (BGBl. Nr. 97/1992) bestimmter gefährlicher Stoffe in Pflanzenschutzmitteln zurückzuführen. Seither entstehen beim Gebrauch von Pestiziden (Hauptverursacher: Holzimprägnierungsmittel) keine nennenswerten HCB-Emissionen mehr.

8 VERURSACHERTRENDS

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die Hauptverursacher der österreichischen Luftschadstoffemissionen. Für jeden Sektor werden nur jene Luftschadstoffe behandelt, deren Anteil an den österreichischen Gesamtemissionen mindestens 5 % beträgt.

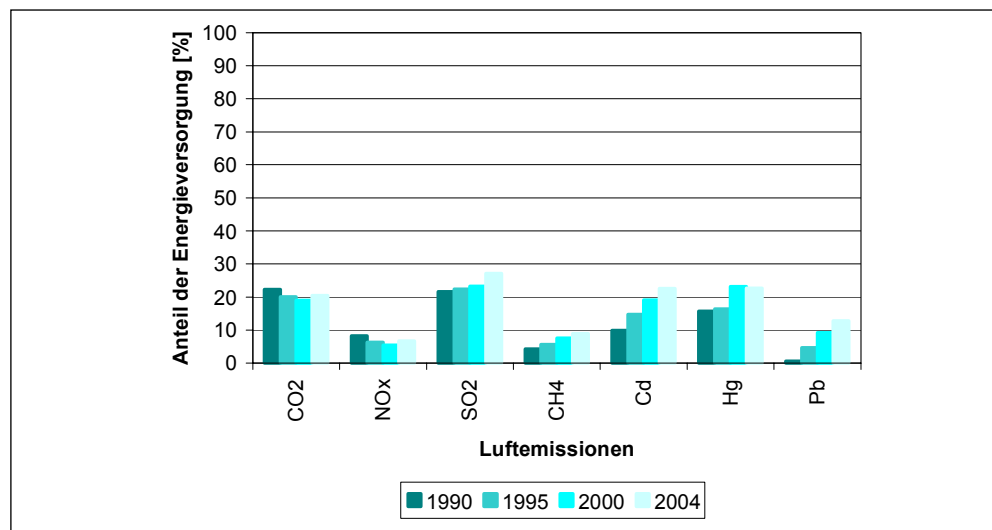
8.1 Energieversorgung

Dieser Verursachersektor umfasst die kalorischen Kraftwerke zur Strom- und Fernwärmeerzeugung sowie die Emissionen aus Förderung, Behandlung und Verteilung fossiler Brennstoffe (d. h. Kohlebergbau, Pipelines, Raffinerie und Tankstellennetz).

Hauptschadstoffe

In folgender Abbildung sind jene sieben Luftschadstoffe aus dem Sektor Energieversorgung dargestellt, deren Anteil an den Gesamtemissionen mehr als 5 % beträgt.

Abb. 46:
Anteil des Sektors
Energieversorgung an
den Gesamtemissionen.



Im Jahr 2004 verursachte der Sektor Energieversorgung 20 % der CO₂-, 7 % der NO_x-, 27 % der SO₂- und 9 % der CH₄-Emissionen Österreichs. Auch bei den Schwermetallen Cd (23 %), Hg (23 %) und Pb (13 %) zählte die Energieversorgung zu den Hauptverursachern.

Treibhausgase

Folgende Abbildung zeigt den CO₂- und CH₄-Emissionstrend des Sektors Energieversorgung.

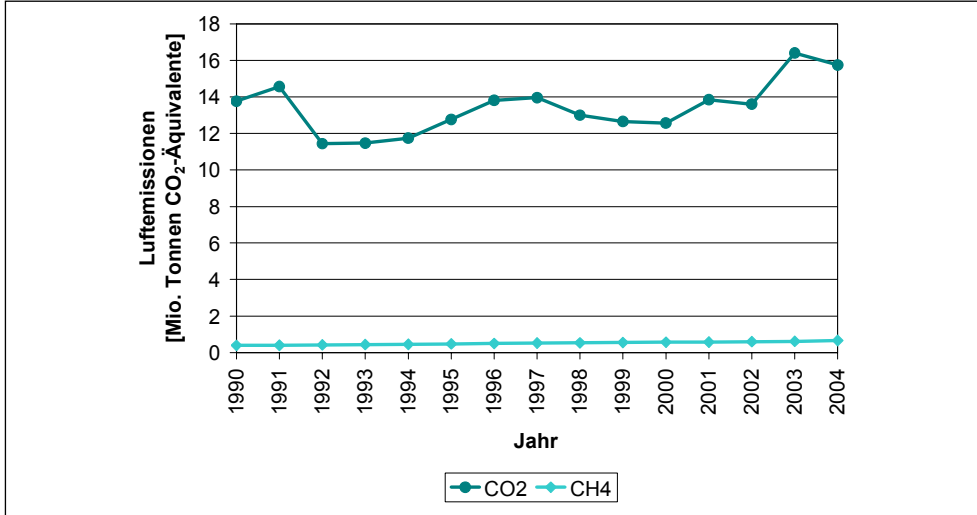


Abb. 47:
CO₂- und CH₄-
Emissionen des Sektors
Energieversorgung
1990 bis 2004.

Trends und Ursachen

Die CO₂-Emissionen der Energieversorgung sind von 1990 bis 2004 um insgesamt 14 % angestiegen, von 2003 auf 2004 konnte jedoch ein Rückgang um 4 % verzeichnet werden. Da 2004 gegenüber 2003 wieder mehr Strom aus Wasserkraft erzeugt wurde, musste weniger Strom von den CO₂-intensiven kalorischen Kraftwerken bereitgestellt werden.

Der starke Anstieg von 2000 auf 2001 lässt sich mit der vermehrten Produktion von Elektrizität in öffentlichen Kraftwerken generell und dem verstärkten Einsatz emissionsintensiver Kohle im Speziellen erklären. Der Hauptgrund für den starken Anstieg der CO₂-Emissionen 2003 gegenüber dem Vorjahr war ein Anstieg der öffentlichen Strom- und Wärmeproduktion in kalorischen Kraftwerken. Neben einem starken Anstieg des inländischen Stromverbrauchs um rund drei Prozent kam es gleichzeitig wegen eines niederschlagsarmen Jahres zu einer Verminderung der Stromproduktion aus Wasserkraft.

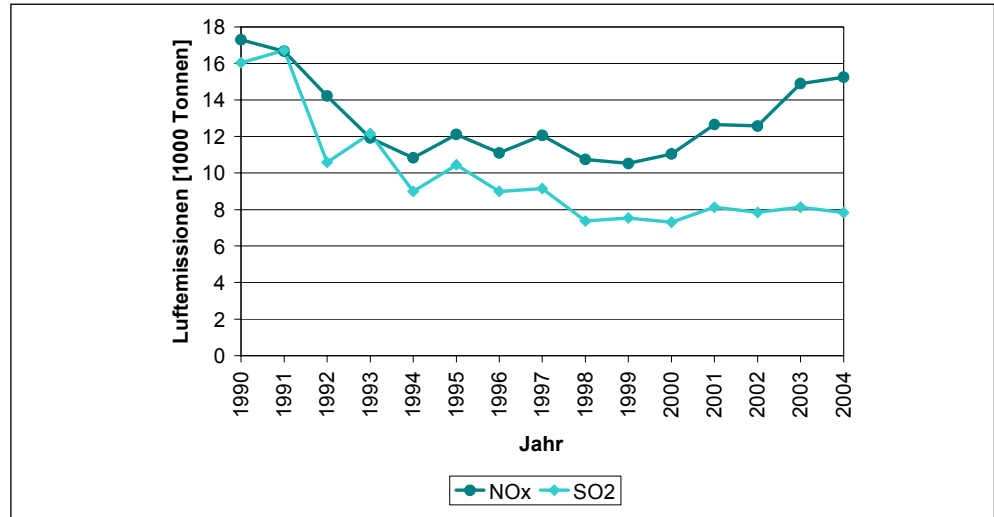
Die CH₄-Emissionen des Sektors Energieversorgung sind seit 1990 um 70 % gestiegen, was im Wesentlichen auf den Ausbau des Erdgas- und Pipelinenetzes und damit verbundene Leckageverluste zurückzuführen ist. Weitere Methanemissionen entstehen bei den Produktionsprozessen der Raffinerie sowie der Erdgaslagerung.

Die Emissionen von Lachgas sind in diesem Sektor von untergeordneter Bedeutung.

Klassische Luftschadstoffe

Folgende Abbildung zeigt den Ausstoß von SO₂ und NO_x des Sektors Energieversorgung im Zeitraum 1990 bis 2004.

Abb. 48:
SO₂ und NO_x-
Emissionstrends des
Sektors Energie-
versorgung 1990–2004.



Trends und Ursachen

Die NO_x-Emissionen der Energieversorgung konnten von 1990 bis 2004 um insgesamt 12 % reduziert werden, wobei bis zum Jahr 2000 eine rückläufige Tendenz zu erkennen war. Ab dem Jahr 2000 kam es – zurückführend auf die vermehrte Stromproduktion in kalorischen Kraftwerken – zu massiven Anstiegen.

Die SO₂-Emissionen der Energieversorgung konnten von 1990 bis 2004 um insgesamt 51 % verringert werden.

Gründe für die Reduktion der NO_x-Emissionen in der Energieversorgung sind Effizienzsteigerungen und der Einbau von Entstickungsanlagen und stickstoffarmen (Low-NO_x)Brennern in den Kraftwerken. Der Anstieg der NO_x-Emissionen ab 2000 erfolgte durch die Zunahme des Einsatzes von Kohle und Erdgas zur Stromproduktion sowie Biomasse zur Fernwärmeerzeugung.

Der starke Rückgang der SO₂-Emissionen der Energieversorgung bis zum Jahr 2000, insbesondere in den Heiz- und Wärmekraftwerken, ist zum Großteil auf Maßnahmen aufgrund des Luftreinhaltegesetzes für Kesselanlagen (und seines Vorläufers, dem Dampfkesselmissionsgesetz) zurückzuführen. Dieses Gesetz führte im Bereich der Dampfkesselanlagen zum vermehrten Einsatz von Entschwefelungsanlagen sowie zu Umstellungen auf schwefelärmere bzw. schwefelfreie Brennstoffe (z. B. Erdgas).

Schwermetalle

Die Anteile der Schwermetallemissionen Cd, Hg und Pb des Energieversorgungsektors sind seit 1990 stark angestiegen, da diese Emissionen in den anderen Sektoren stark gesunken sind.

In folgender Abbildung ist der Anteil der Emissionen öffentlicher Strom- und Fernwärmekraftwerke am Sektor Energieversorgung für 2004 dargestellt.

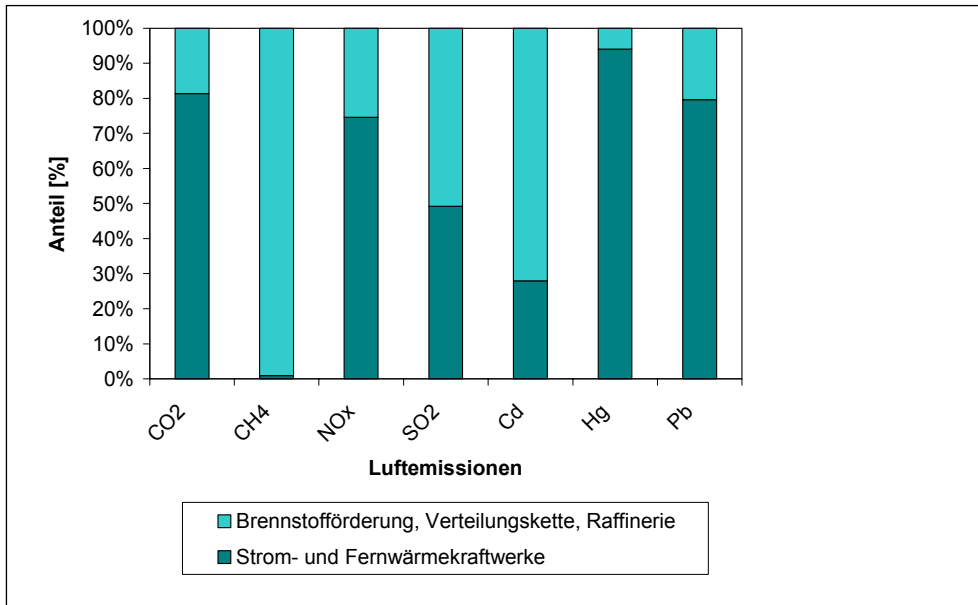


Abb. 49:
Anteile der Emissionen öffentlicher Strom- und Fernwärmekraftwerke am Sektor Energieversorgung 2004.

Die CO₂-, NO_x-, Hg- und Pb-Emissionen der Energieversorgung stammen vorwiegend von den öffentlichen Strom- und Fernwärmekraftwerken. Bei CH₄ überwiegen die (flüchtigen) Emissionen aus Brennstoffförderung und Brennstoffverteilung (Pipelines, Tankstellennetz, Raffinerie).

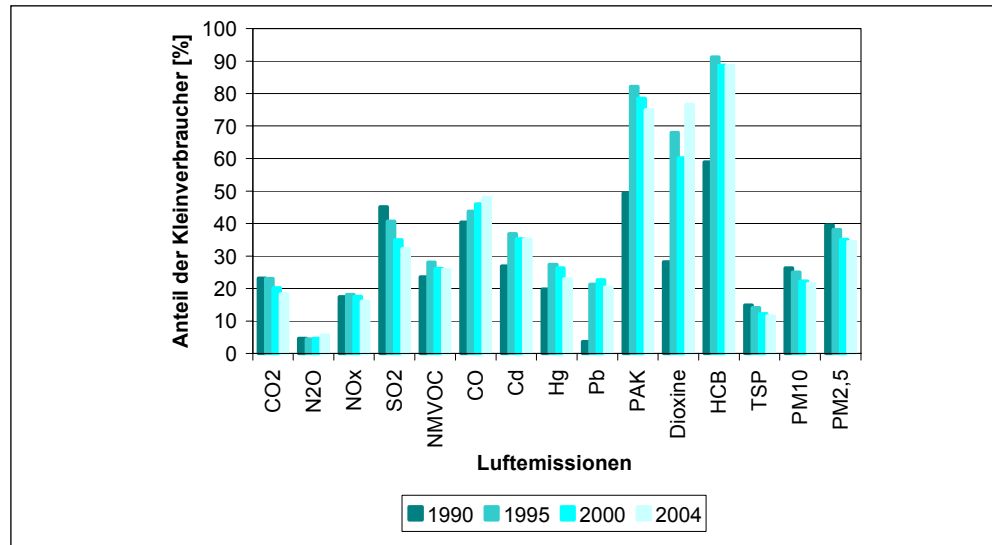
8.2 Kleinverbraucher

Der Sektor Kleinverbraucher umfasst Emissionen aus der Verbrennung in Haushalten, im Kleingewerbe und in öffentlichen Gebäuden (z. B. Schulen) sowie Feuerungsanlagen in der Land- und Forstwirtschaft. Gemäß der Verursachereinteilung (vgl. Kapitel 1.6) beinhaltet diese Gruppe auch die Offroad-Geräte des Kleinverbrauchs (mobile Maschinen wie Rasenmäher, land- und forstwirtschaftliche Geräte wie z. B. Traktoren).

Hauptschadstoffe

Die Gruppe der Kleinverbraucher trägt zu mindestens 5 % der Gesamtemissionen der in Abbildung 55 dargestellten Schadstoffe bei.

Abb. 50:
Anteil der
Kleinverbraucher an den
Gesamtemissionen.



Im Jahr 2004 verursachten die Kleinverbraucher 18 % der CO₂-Emissionen, 6 % der N₂O-Emissionen, 16 % der NO_x-Emissionen, 32 % der SO₂-Emissionen, 26 % der NMVOC-Emissionen, 48 % der CO-Emissionen, 35 % der Cd-Emissionen, 23 % der Hg-Emissionen, 20 % der Pb-Emissionen, 75 % der PAK-Emissionen, 77 % der Dioxinmissionen, 89 % der HCB-Emissionen, 12 % der TSP-Emissionen, 22 % der PM₁₀- und 34 % der PM_{2,5}-Emissionen.

Die zunehmenden bzw. nach wie vor hohen Anteile bestimmter Luftschadstoffe dieses Sektors am österreichischen Gesamtausstoß lassen sich mit der vergleichsweise stärkeren Reduktion in anderen Sektoren erklären. Dies ist beispielsweise bei SO₂ der Fall, denn obwohl der Einsatz von Kohle bei Haushalten stark rückläufig ist, bewirkt die Emissionsreduktion in anderen Sektoren einen weiterhin hohen Anteil des Haushaltssektors an den gesamten SO₂-Emissionen.

Zu beachten ist, dass, abgesehen von CO₂, mangels aktueller und repräsentativer Feldmessungen die Unsicherheit bei den meisten Luftschadstoffen vergleichsweise hoch ist.

Treibhausgase

Folgende Abbildung zeigt den CO₂- und N₂O-Emissionstrend des Sektors Kleinverbraucher.

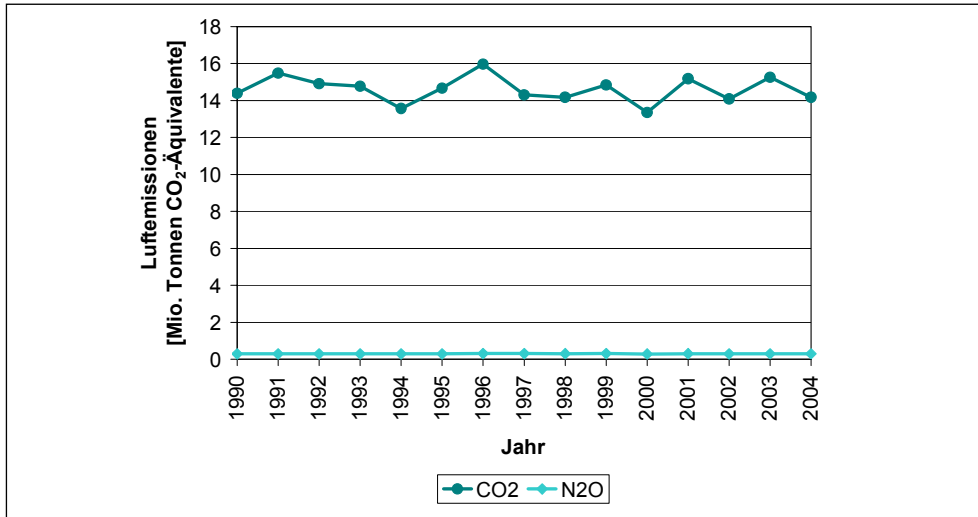


Abb. 51:
CO₂- und N₂O-
Emissionen der
Kleinverbraucher
1990 bis 2004.

Trends und Ursachen

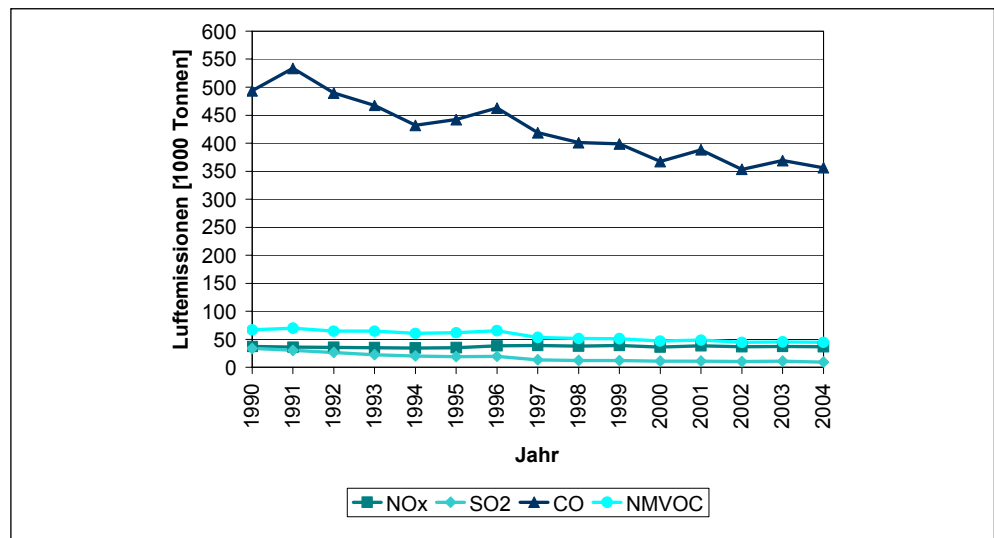
Die CO₂-Emissionen der Kleinverbraucher sind von 1990 bis 2004 um insgesamt nur 1 % gesunken. Von 2003 auf 2004 konnte jedoch ein Rückgang um 7 % verzeichnet werden, das ist im Wesentlichen auf die milde Witterung in der Heizperiode 2004 zurückzuführen. Die Verlagerung von Öl zugunsten von Gas und Biomasse als Brennstoff wirkt sich ebenfalls positiv auf den Emissionstrend aus.

Die N₂O-Emissionen der Kleinverbraucher stiegen seit 1990 um 2 %. Von 2003 auf 2004 konnte eine Reduktion von 1 % erzielt werden.

Klassische Luftschadstoffe

Folgende Abbildung zeigt den Ausstoß von SO₂, CO, NMVOC und NO_x der Kleinverbraucher im Zeitraum 1990 bis 2004.

Abb. 52:
NO_x-, *SO₂*-, *CO*- und
*NMVO*C-Emissionen der
 Kleinverbraucher
 1990 bis 2004.



Trends und Ursachen

Die CO-Emissionen der Kleinverbraucher sind von 1990 bis 2004 um 28 % gesunken. Für die noch immer relativ hohen Emissionen in diesem Bereich sind die schlechten Verbrennungsvorgänge in veralteten Heizungsanlagen, insbesondere Holzöfen, verantwortlich.

Bei den SO₂-Emissionen konnte seit 1990 eine Reduktion um 72 % erzielt werden. Grund für den starken Rückgang der Emissionen ist die Absenkung des Schwefelanteils in Mineralölprodukten sowie die verstärkte Nutzung schwefelärmerer Brennstoffe (z. B. Erdgas).

Die NO_x-Emissionen der Kleinverbraucher konnten von 1990 bis 2004 um lediglich 1 % reduziert werden.

Die NMVOC-Emissionen sind im selben Zeitraum um 34 % gesunken. Auch hier sind veraltete Holzfeuerungsanlagen für die noch immer relativ hohen NMVOC-Emissionen verantwortlich.

Schwermetalle

Von 1990 bis 2004 konnten die Cd-Emissionen der Kleinverbraucher um 10 % gesenkt werden. Die Hg-Emissionen konnten im selben Zeitraum um 49 % reduziert werden. Die Cd- und Hg-Emissionen dieses Sektors entstehen bei der Verfeuerung fester Brennstoffe sowohl biogener als auch fossiler Herkunft.

Die Pb-Emissionen sanken von 1990 bis 2004 um 65 %, auch für den Pb-Ausstoß ist der Hausbrand verantwortlich.

Persistente organische Verbindungen

Die PAK-Emissionen aus dem Bereich der Kleinverbraucher sind seit 1990 um 23 % gesunken, sie 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 weitere deutliche Reduktion des PAK-Ausstoßes bewirken.

Die Dioxinemissionen haben von 1990 bis 2004 um 31 % abgenommen. 2004 verursachten die Kleinverbraucher 77 % der Emissionen in diesem Bereich. Langfristig kann eine Reduktion des Ausstoßes durch die Umstellung von Einzelöfen auf Zentralheizungsanlagen erfolgen. Wesentliche Einflussfaktoren sind aber auch der Brennstoffverbrauch und der Brennstoffmix.

2004 waren die Kleinverbraucher mit 89 % die Hauptverursacher der HCB-Emissionen. Von 1990 bis 2004 konnte eine Abnahme von 27 % erzielt werden, was auf den geringeren Einsatz von Kohle und Holz beim Hausbrand zurückzuführen ist.

Staub

Im Zeitraum von 1990 bis 2004 konnten sowohl die TSP-Emissionen als auch die PM₁₀-Emissionen und die PM_{2,5}-Emissionen der Kleinverbraucher um jeweils 18 % reduziert werden. Ein Großteil der Emissionen aus diesem Bereich wird durch auf Kohle, Öl und Biomasse basierenden Feuerungsanlagen, insbesondere bei Öfen für feste Brennstoffe mit manueller Bedienung, verursacht. Knapp ein Viertel der Staubemissionen der Kleinverbraucher kommt aus dem Bereich der Offroad-Fahrzeuge und anderer Geräte.

Die Senkung der Emissionen konnte durch die fortschreitende Anbindung an das öffentliche Erdgas- und Fernwärmenetz, den Ersatz alter Heizungsanlagen durch neue Technologie und den Wechsel zu emissionsärmeren Brennstoffen bewirkt werden (vgl. Kapitel 5.2).

Die Situation der Kleinverbraucher in Österreich

Österreich hat im Bereich der Haushalte einen international gesehen hohen Anteil an Holzfeuerungen. Dies ist zwar günstig im Hinblick auf die CO₂-Bilanz, vielfach noch bestehende veraltete Anlagen bewirken aber entsprechende Emissionen von NMVOC, CO, Cd, Hg, PAK, Dioxine, HCB und PM_{2,5}.

Abbildung 53 zeigt den Anteil der über 20 Jahre alten Heizkessel bei den Zentral- und Etagenheizungen Österreichs pro Energieträger im Jahr 2000.

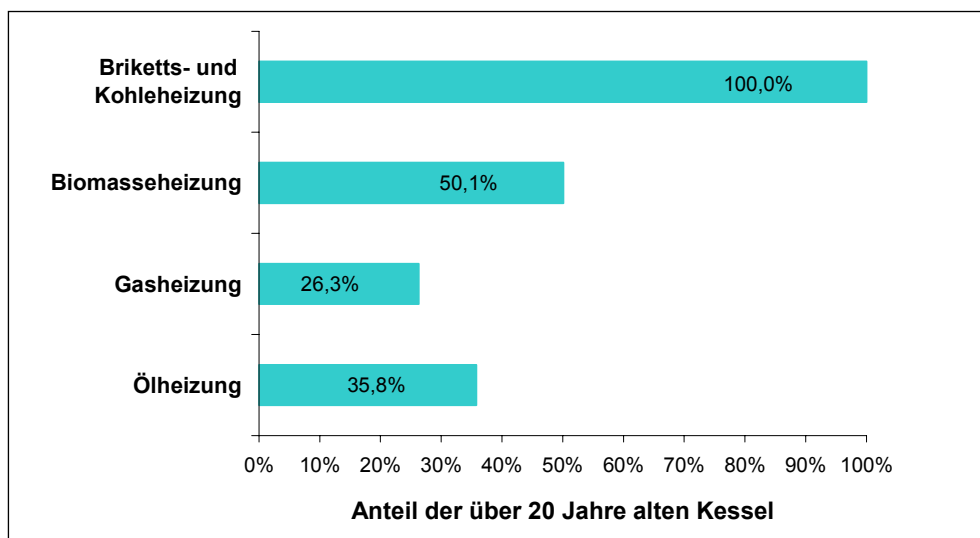


Abb. 53:
Anteil der über 20 Jahre alten Kessel bei den Zentral- und Etagenheizungen in Österreich pro Energieträger im Jahr 2000
(Quelle: VÖK 2004)

Bedingt durch Förderungen, Umweltbewusstsein (CO₂-neutraler nachwachsender Brennstoff, Erneuerbare Energie, regionale Wertschöpfung) sowie steigender Öl- und Gaspreise kommt es derzeit zu einer Renaissance der Holzheizung. Durch das relativ preisgünstige Stückholz kommen im ländlichen und suburbanen Bereich verstärkt neue, effizientere und emissionsarme Stückholzheizungen zum Einsatz (meist „Saugzug“- und „Naturzug“-Kessel mit „unterem Abbrand“). Für größere Gebäude werden meist Hackschnitzelheizungen eingesetzt. Bei Pellets- und Einzelöfen gibt es besonders starke Zuwächse im Kesselbestand. Entsprechend gestiegen ist auch die Produktion von Pellets und Holzbriketts. In den letzten 10 Jahren konnte der Entfall von Holzheizungen meist nicht ganz durch neue Holzheizungen substituiert werden, 2004 und 2005 ist das jedoch primär durch den Markterfolg der Pelletsheizungen wieder gelungen.

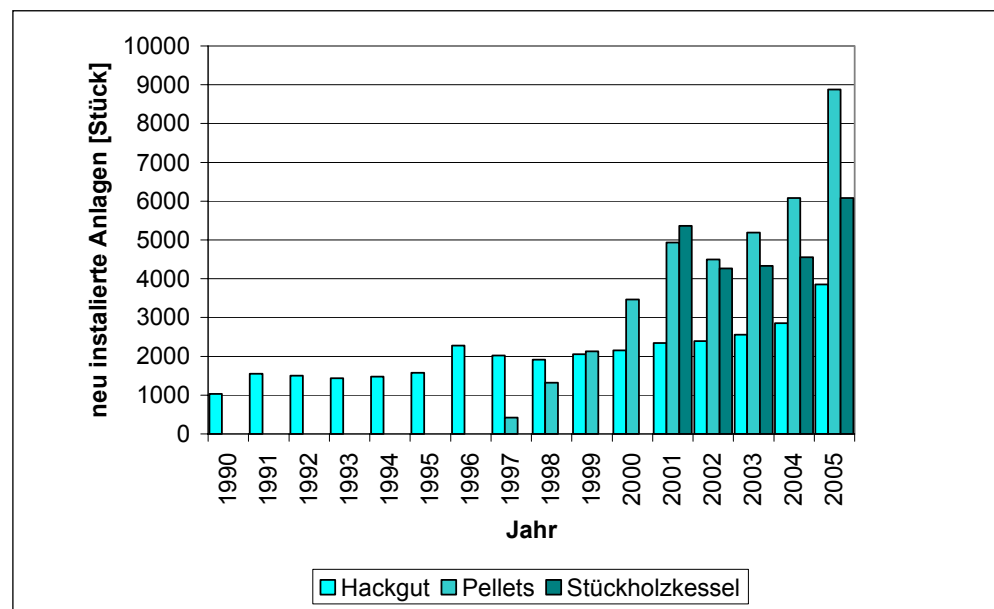
Durch die in einer Norm festgelegten Eigenschaften von Holzpellets mit ihrem im Vergleich zu Stückholz und Hackschnitzeln geringen Wassergehalt, können Pelletsheizungen aufgrund der vollautomatischen, kontinuierlichen Betriebsweise und der guten Leistungs- und Verbrennungsregelung noch deutlich niedrigere Emissionen als Stückholz- oder Hackschnitzelheizungen aufweisen.

Speziell bei Hackschnitzeln und teilweise auch bei Stückholz führt ein zu hoher Wassergehalt im Brennstoff zu erhöhten Emissionen und verminderter Energieeffizienz.

Besonders hohe Emissionen der sehr toxischen Schadstoffe Dioxine, PAHs und HCB entstehen bei der (verbotenen!) Mitverbrennung von häuslichen Abfällen in Einzelöfen und veralteten so genannten „Allesbrennern“.

Abbildung 54 zeigt die jährlich neu installierten Biomasse-Zentralheizungskessel unter 100 kW Nennleistung in ganz Österreich (die Stückholzkessel sind erst ab 2001 erfasst).

Abb. 54:
Jährliche Installation
von Biomassekesseln
unter 100 kW
Nennleistung in ganz
Österreich (Quelle:
Landwirtschaftskammer
Niederösterreich 2005).



Sonnenkollektoren und Wärmepumpen gewinnen für die Heizung und Warmwasserbereitung zunehmend an Bedeutung. Sonnenkollektoren sind in einigen Regionen bereits „Standard“ im Neubau; so besitzt bereits zirka jedes zweite neue Einfamilienhaus in Österreich Sonnenkollektoren und mehr als die Hälfte dieser Neu-



anlagen unterstützt nicht nur die Warmwasserbereitung sondern auch die Raumheizung. Im Jahr 2001 wurden bereits 1,25 % des in Haushalten anfallenden Energiebedarfs für Warmwasser und Heizung durch Sonnenkollektoren abgedeckt und 2004 war etwa jedes siebente Einfamilienhaus mit einem Sonnenkollektor ausgestattet.

Wegen des hohen Ölpreises ist der Anteil der Ölheizungen an den Neuanlagen rückgängig. Bei Zentralheizungen kleiner und mittlerer Leistung ist der emissionsarme so genannte „Blaubrenner“ zum Standard geworden und auch die besonders energieeffizienten Brennwertgeräte setzen sich durch. Langfristig wird das derzeit gebräuchliche Heizöl Extraleicht durch Heizöl Schwefelarm ersetzt werden, wodurch sich die Schwefeldioxidemissionen weiter vermindern werden. Ältere Einzelöfen (meist mit einem „Verdampfungsbrenner“) und größere mit Heizöl Leicht betriebene Anlagen (meist „Gelbbrenner“) weisen im Vergleich zu modernen Ölheizungen höhere Schadstoffemissionen auf.

Auch bei neu installierten Erdgas-Zentralheizungskesseln sind emissionsarme und energieeffiziente Brennwertgeräte mittlerweile Standard geworden. Im Vergleich zu anderen Bundesländern besitzt Wien noch ein hohes Potenzial bei der Umstellung bestehender Etagen- und Zentralheizungen und der emissionsmäßig besonders ungünstigen Konvektor-Einzelöfen auf moderne Brennwertgeräte.

Kohle verliert zwar als Brennstoff weiter stark an Bedeutung, kann aber noch erheblich zur lokalen Emissionsbelastung beitragen.

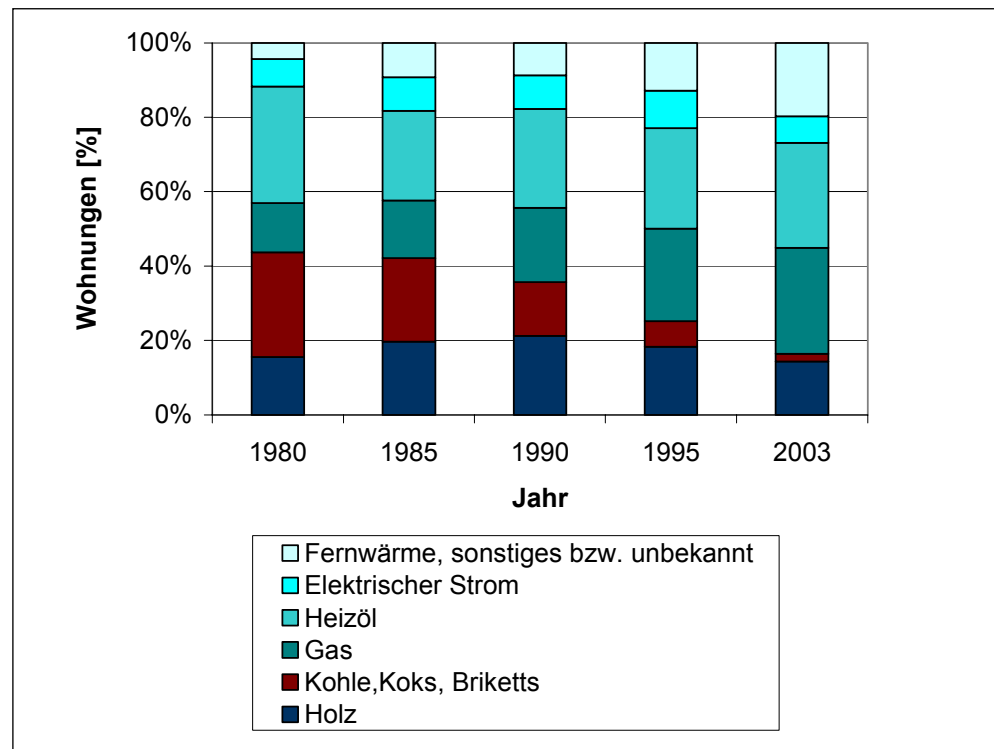
Etwa gleich bleibende 7 % des Energiebedarfs für Warmwasser und Raumheizung werden durch elektrische Energie abgedeckt. Hier gibt es regionale Auffälligkeiten, z. B. im Umfeld von Kleinwasserkraft-Gemeinschaftsanlagen und im Land Salzburg.

Neben dem stetigen Ausbau der großen städtischen Fernwärmenetze tragen auch kleinere mit Biomasse betriebene Fern- und Nahwärmeanlagen in kleineren Städten und im ländlichen Raum immer mehr zur Wärmeversorgung der Haushalte bei.

Die Emissionen der Fernwärme und Strom erzeugenden kalorischen Kraftwerke werden nicht dem Sektor Kleinverbraucher sondern der Verursacherguppe „Energieversorgung“ zugeordnet.

In Abbildung 55 erfolgt eine Aufteilung der Wohnungen (in Prozent) nach eingesetztem Heizmaterial für Warmwasserbereitung und Beheizung.

Abb. 55:
Aufteilung der
Wohnungen nach
eingesetztem
Energieträger für
Brauchwasserbereitung
und Raumwärme
(Quelle: Statistik Austria).



Generell sind die zunehmende Anzahl der Haushalte und die zunehmende mittlere Nutzfläche pro Haushalt sowie wachsende Komfortansprüche treibende Kräfte für höhere Emissionen. Bessere thermische Effizienz der Gebäude und der Kessel kompensieren diesen Trend jedoch.

Aus Umweltsicht zu begrüßen sind die oft sehr geringen Heizlasten bei Einfamilienhaus-Neubauten, insbesondere bei Passivhäusern. Allerdings kann es bei Häusern mit niedrigem Energieverbrauch zu hohen Leistungsunterschieden zwischen Heizung und Warmwasserbereitung kommen. Abgesehen von Gas- und Pelletskesseln fehlen am Markt Kessel mit entsprechend kleiner Nennleistung und ausreichend großer Modulation. Dadurch kommt es verstärkt zu emissions- und effizienzmäßig ungünstigen Betriebszuständen. Auch das Takten nicht ausreichend modulierender oder überdimensionierter Kessel verschlechtert die Effizienz und die Emissionen deutlich. Gemessene Taktzahlen von 30.000 Kesselstarts pro Jahr reduzieren auch die Lebensdauer. Der Einsatz von Pufferspeichern ist daher eine aus vielen Gründen sinnvolle Gegenstrategie.

Ein ähnliches Emissions- und Effizienzproblem durch Überdimensionierung kann nach einer thermischen Gebäudesanierung ohne entsprechende Absenkung der Kesselleistung oder durch überhöhte „Sicherheitszuschläge“ bei der Wahl der Kesselleistung entstehen. Auch der beste Kessel kann bei mangelnder Abstimmung mit der Heizanlage oder fehlerhafter Regelung seine Emissionswerte am Prüfstand nicht annähernd erreichen. Weiters sollte in Zukunft bei der Planung und Vergabe moderner Heiz- und Lüftungstechnik verstärkt auf den Bedarf an elektrischer Energie und die Effizienz von Pumpen, Ventilatoren, Verdichtern und der Regelung selbst geachtet werden. Ein besonders hohes Verbesserungspotential besteht bei elektrischen Verbrauchern mit hohen jährlichen Betriebsstunden – also bei den Pumpen und Steuerungen.



Es sei nochmals darauf hingewiesen, dass die durch Verbrauch an elektrischer Energie bewirkte Emission nicht dem Sektor Kleinverbraucher, sondern dem Sektor Energieversorgung zugeordnet ist (vgl. Kapitel 1.6).

Ausblick

Der Ermittlung der Emissionen der Kleinverbraucher liegen neben dem Brennstoffeinsatz auch Emissionsfaktoren für jeden Brennstoff zugrunde. Emissionsfaktoren müssen deshalb regelmäßig durch Messungen aktualisiert werden. Ein solches Messprogramm sollte für alle Brennstoffe – auch neue, wie z. B. Pellets – und für alle relevanten Kesseltechnologien mit einer einheitlichen Messmethodik an repräsentativ ausgewählten Anlagen als Stichprobe im notwendigen statistischen Umfang durchgeführt werden. Zwischen den Messprogrammen kann eine jährliche Anpassung der Emissionsfaktoren (z. B. mg NO_x pro MJ Heizöl Extraleicht) durch die Änderung der Zusammensetzung des brennstoffspezifischen Anlagenparks erfolgen. Voraussetzung dafür sind klar definierte Technologiegruppen für alle Brennstoffe mit jeweils unterschiedlichen spezifischen Emissionen und eine jährliche Aktualisierung der Daten über den Kesselbestand. Entsprechende Projekte zur Vorbereitung einer solchen nationalen Kesselstatistik für alle Bundesländer sowie für ein nationales Messprogramm „Emissionsfaktoren Hausbrand“ laufen am Umweltbundesamt. Anzustreben wären Datengrundlagen wie im Sektor Verkehr, wo es mit dem „Handbuch Emissionsfaktoren Verkehr“ und der nationalen Zulassungsstatistik für Kraftfahrzeuge und laufenden Verkehrszählungen eine ganz andere Basis für Emissionsermittlungen gibt.

Bedingt durch einen sehr heterogenen und sich relativ schnell wandelnden Kesselbestand und den raschen technologischen Fortschritt sowie den Einsatz neuer Brennstoffe, ist ein gemeinsames, statistisch gesichertes Messprogramm der Emissionsfaktoren für in den Haushalten eingesetzte Brennstoffe und eine nationale Kesselstatistik für Haushalte und sonstige Kleinverbraucher für eine bessere jährliche Ermittlung der nationalen und regionalen Emissionen des Sektors Kleinverbraucher unentbehrlich und überfällig.

8.3 Industrie

Der Sektor Industrie beinhaltet sehr unterschiedliche Verursacher von Luftschadstoffen. Er umfasst z. B. die Schwerindustrie (Eisen- und Stahlindustrie), die chemische Industrie, die Papierindustrie, die industrielle Nahrungsmittelproduktion bzw. den Bergbau (ohne Brennstoffförderung, vgl. Kapitel 1.6). Baumaschinen und andere Offroad-Geräte der Industrie werden ebenfalls diesem Sektor zugerechnet.

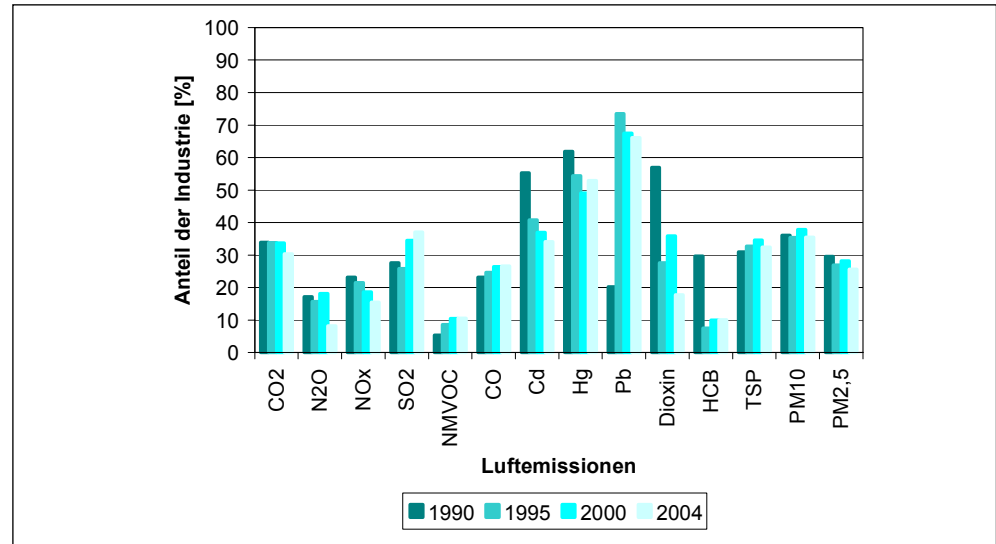
Hauptschadstoffe

Die Industrie verursacht mehr als 5 % der Gesamtemissionen der Luftschadstoffe. CO₂, N₂O, CO, SO₂, NO_x, NMVOC, Cd, Hg, Pb, Dioxine, HCB, TSP, PM₁₀ und PM_{2,5}.

Fluorierte Gase werden definitionsgemäß ausschließlich vom Sektor Industrie emittiert, eine detaillierte Beschreibung des Trends und der Verursacher ist in Kapitel 2.4.4 zu finden

Folgende Abbildung zeigt den Anteil der Schadstoffemissionen dieses Sektors an den österreichischen Gesamtemissionen.

Abb. 56:
Anteil der Industrie an
den Gesamtemissionen



Im Jahr 2004 verursachte die Industrie rd. 30 % der CO₂-Emissionen, 8 % der N₂O-Emissionen, 16 % der NO_x-Emissionen, 37 % der SO₂-Emissionen, 11 % der NM_{VOC}-Emissionen, 27 % der CO-Emissionen, 34 % der Cd-Emissionen, 53 % der Hg-Emissionen, 66 % der Pb-Emissionen, 18 % der Dioxinmissionen, 10 % der HCB-Emissionen, 32 % der TSP-Emissionen, 35 % der PM₁₀- und 26 % der PM_{2,5}-Emissionen.

Treibhausgase

92 % der Treibhausgasemissionen aus diesem Sektor waren im Jahr 2004 CO₂-Emissionen, 6 % waren Fluorierte Gase und die restlichen 2 % bestanden aus Lachgas. Der Anteil der Methanemissionen an den gesamten Treibhausgasemissionen des Sektors Industrie war mit 0,1 % vernachlässigbar gering.

Aufgrund der Einarbeitung einer neuen Studie (OBERNOSTERER et al. 2004) wurden die Fluorierten Gase in der diesjährigen Inventur stark revidiert. Als Basisjahr gilt nun auch für die F-Gase 1990.

Folgende Abbildung zeigt die Emissionstrends der Treibhausgase CO₂, N₂O und der F-Gase des Sektors Industrie:

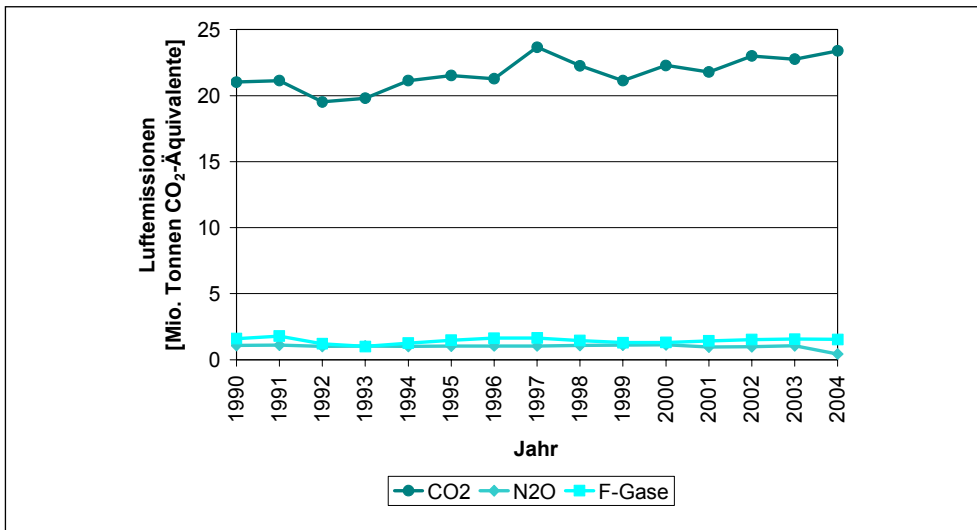


Abb. 57:
Trend der
Treibhausgasemissionen
des Sektors Industrie
1990–2004.

Trends und Ursachen

Die gesamten Treibhausgasemissionen des Sektors Industrie sind seit 1990 um 7 % gestiegen. Während die CO₂-Emissionen in diesem Bereich um 11 % zunehmen, sind die N₂O-Emissionen um 60 % und die F-Gas-Emissionen um 4,6 % gesunken. Der Rückgang der Lachgasemissionen ist vor allem auf eine Abnahme dieser Emissionen von 2003 auf 2004 zurückzuführen, wobei sich die Inbetriebnahme einer Lachgas-Zersetzungsanlage in der chemischen Industrie bemerkbar machte.

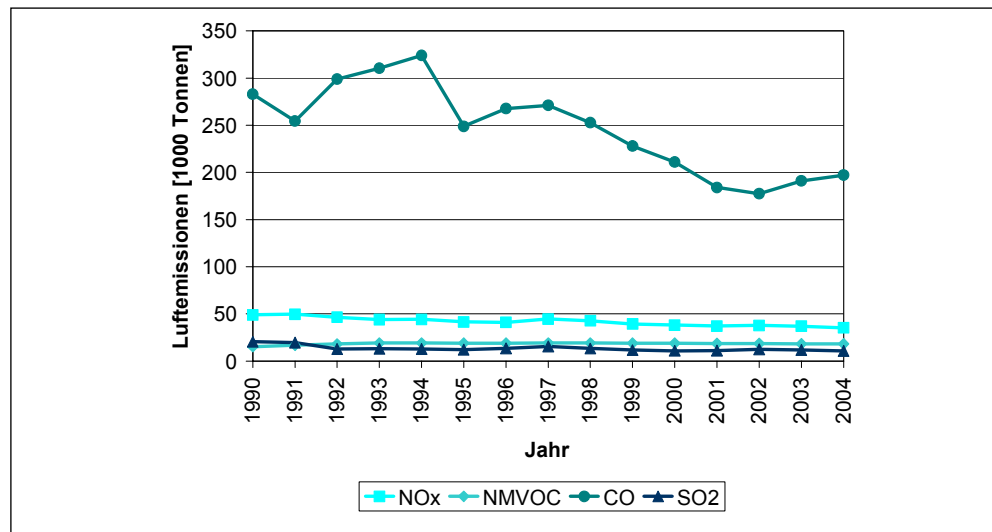
Der Trend der Treibhausgasemissionen von 1990 bis 1997 ist hauptsächlich von den steigenden Emissionen der Eisen- und Stahlindustrie (+ 9 %) und der Papierindustrie (+ 28 %) geprägt. Seit 1997 sind die Emissionen der Papierindustrie wieder rückläufig. Eine Ursache für diese Entwicklung ist der Rückgang der industrieigenen Strom- und Wärmeproduktion nach der Strommarktliberalisierung, der sich auch in anderen Industriezweigen bemerkbar macht. Zusammen mit dem weiterhin stark steigenden Trend der Eisen- und Stahlindustrie und dem leicht sinkenden bzw. stagnierenden Trend der anderen Industriezweige ergibt sich ein Gesamttrend von plus 7 % für den Zeitraum von 1990 bis 2004.

Klassische Luftschadstoffe

Bei den klassischen Luftschadstoffen konnte die Industrie ihre Emissionen im Zeitraum 1990 bis 2004 zumeist erheblich reduzieren.

In folgender Abbildung ist der Trend der NO_x -, NMVOC-, CO- und SO_2 -Emissionen des Sektors Industrie dargestellt.

Abb. 58:
Trend der NO_x -,
NMVOC-, CO- und SO_2 -
Emissionen des Sektors
Industrie von
1990–2004.



Trends und Ursachen

Die SO_2 -Emissionen aus der Industrie wurden mit Beginn der 80er Jahre bis zu den 90ern u. a. durch strenge Umweltauflagen stark gesenkt. Weitere Reduktionen sind hauptsächlich auf die Änderung des Brennstoffmixes und den Einsatz von Entschwefelungsanlagen zurückzuführen. Im Jahr 2004 wurde im Sektor Industrie um 48 % weniger Schwefeldioxid emittiert als 1990. Die Zunahme des Anteils des Sektors Industrie an den Gesamtemissionen (vgl. Abbildung 56) liegt an dem verhältnismäßig stärker abnehmenden gesamtösterreichischen Emissionsniveau.

Die NO_x -Emissionen der Industrie konnten ebenfalls reduziert werden. Vor allem die Dünger- und Salpetersäureproduktion konnte ihre Emissionen durch Verfahrensumstellung reduzieren, aber auch die Papierindustrie und die Mineral verarbeitende Industrie trugen durch Optimierung der Verbrennungstechnik und den Einsatz von Katalysatoren zur Senkung der Emissionen bei. Von 1990 bis 2004 konnten so die NO_x -Emissionen der Industrie um insgesamt 28 % gesenkt werden.

Durch Optimierung der Verbrennungstechnik konnten auch die CO-Emissionen im betrachteten Zeitraum um 30 % reduziert werden.

Die NMVOC-Emissionen der Industrie sind von 1990 bis 2004 um 19 % gestiegen.

Schwermetalle, Dioxine, HCB und Staub

Die Schwermetallemissionen aus dem Sektor Industrie sind bis Mitte der 90er Jahre stark gesunken. Hauptverantwortlich für den hohen Anteil der Industrie an diesen Emissionen sind die Prozesse in der Stahl- sowie der Zement- und Glaserzeugung.

Der Anstieg des Bleianteils des Sektors Industrie an den österreichischen Gesamtemissionen (vgl. Abbildung 56) ist durch den noch stärkeren Rückgang der Pb-Emissionen des Verkehrs erklärbar.



Die Quecksilberemissionen sind im betrachteten Zeitraum ebenfalls stark zurückgegangen, dies ist vor allem auf einen Rückgang der Chlorproduktion und eine 1998 vorgenommene Verfahrensumstellung bei der einzigen Anlage zur Herstellung von Chlor in Österreich zurückzuführen.

Der Anteil der Industrie an den Dioxin- und den HCB-Emissionen hat ebenfalls stark abgenommen. Maßgebliche Ursache dafür war der große Rückgang der Emissionen durch Verfahrensumstellungen in der Sekundärkupferproduktion.

Die TSP-Emissionen des Sektors Industrie sind seit 1990 um 10 % gestiegen. Der Anstieg geht ausschließlich auf steigende Emissionen beim Schüttgutumschlag aufgrund der gestiegenen Produktion zurück. Die Emission der aus der Verbrennung resultierenden (pyrogenen) Staubemissionen ist seit 1990 um etwa 40 % gesunken.

Die PM10-Emissionen der Industrie sind seit 1990 um 2 % und die PM2,5-Emissionen sogar um 18 % gesunken.

8.4 Verkehr

Der Verkehrssektor ist einer der größten Verursacher von Umweltbeeinträchtigungen in Österreich. Die wesentlichsten Umwelteinflüsse sind Energieverbrauch, Schadstoffemissionen, Lärmemissionen, Flächenverbrauch, Oberflächenversiegelung, Zerschneidungseffekte von Ökosystemen und negative Auswirkungen auf das Landschaftsbild. Durch diese Umwelteinflüsse trägt das Verkehrsgeschehen maßgeblich zu Umweltproblemen wie Klimaveränderung, Versauerung, Luftverschmutzung, Lärm, Bodenverbrauch und der Zerstörung von Ökosystemen bei.

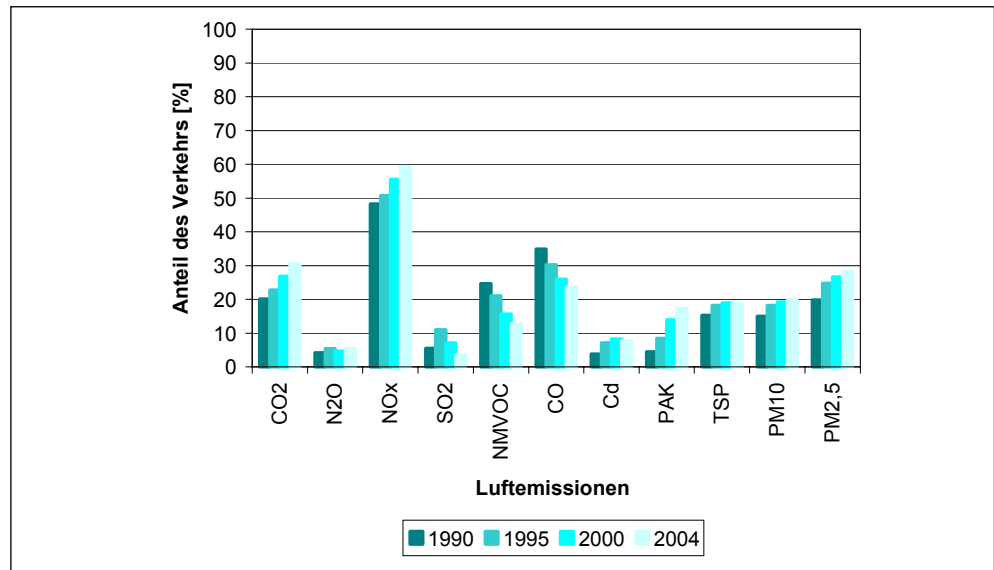
Der überwiegende Teil der Emissionen dieses Sektors kommt aus dem Straßenverkehr. Bahn, Schiff und nationaler Flugverkehr werden in diesem Kapitel nicht näher beleuchtet.

Anzumerken ist, dass die Berechnungen der Emissionen dieses Sektors auf dem in Österreich verkauften Treibstoff basieren. Dadurch sind auch jene Emissionen inkludiert, die aufgrund von in Österreich gekauftem, aber im Ausland verfahrenem Treibstoff entstehen („Tanktourismus-Emissionen“).

Hauptschadstoffe

Folgende Abbildung zeigt den Anteil der Schadstoffemissionen des Verkehrssektors an den österreichischen Gesamtemissionen.

Abb. 59:
Anteil des
Verkehrssektors an den
Gesamtemissionen.



Der laufend größer werdende Verkehrsanteil am Ozonvorläufer NO_x (2004: 59 %) ist aus lufthygienischer Sicht besonders kritisch zu beurteilen. Auch der Anteil der Verkehrsemissionen an den gesamten CO₂-Emissionen nimmt ständig zu. Er ist von 20 % im Jahr 1990 auf rd. 31 % im Jahr 2004 angestiegen. Bei den Schadstoffgruppen NMVOC und CO konnte seit 1990 der sektorale Anteil gesenkt werden. Dennoch emittiert der Verkehrssektor etwa 13 % der NMVOC-Emissionen, was angesichts deren Bedeutung als Ozonvorläufersubstanzen problematisch ist. Der Anteil der CO-Emissionen liegt bei 24 %, wobei von diesem Schadstoff ein geringeres Gefährdungspotenzial ausgeht. Der Verkehr ist auch ein maßgeblicher Verursacher von TSP-, PM₁₀- und PM_{2,5}-Emissionen. Es handelt sich hierbei um Abgasemissionen sowie Emissionen aus Abrieb- und Aufwirbelungsvorgängen.

Treibhausgase

Folgende Abbildung zeigt die Emissionstrends der Treibhausgase CO₂ und N₂O des Verkehrssektors.

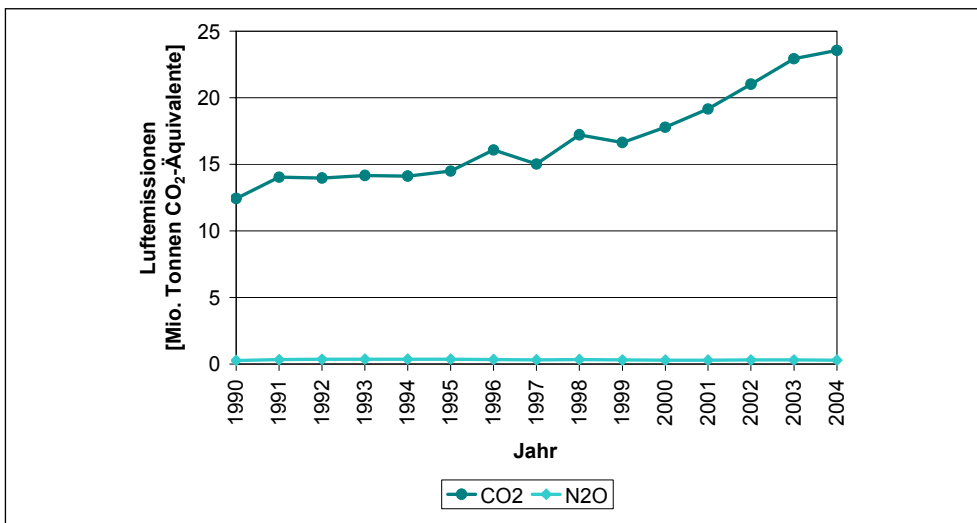


Abb. 60:
Treibhausgasemissionen
des Verkehrssektors
1990 bis 2004.

Trends und Ursachen

Im Jahr 2004 bestanden die gesamten Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors zu 99 % aus CO₂ und zu 1 % aus N₂O. Die CH₄-Emissionen aus diesem Bereich sind vernachlässigbar gering.

Von 1990 bis 2004 sind die CO₂-Emissionen dieses Sektors um 89 % gestiegen. Damit zeigt sich eine Entwicklung, welche der im Kyoto-Protokoll vereinbarten Verringerung der nationalen Kohlendioxidemissionen deutlich entgegensteht.

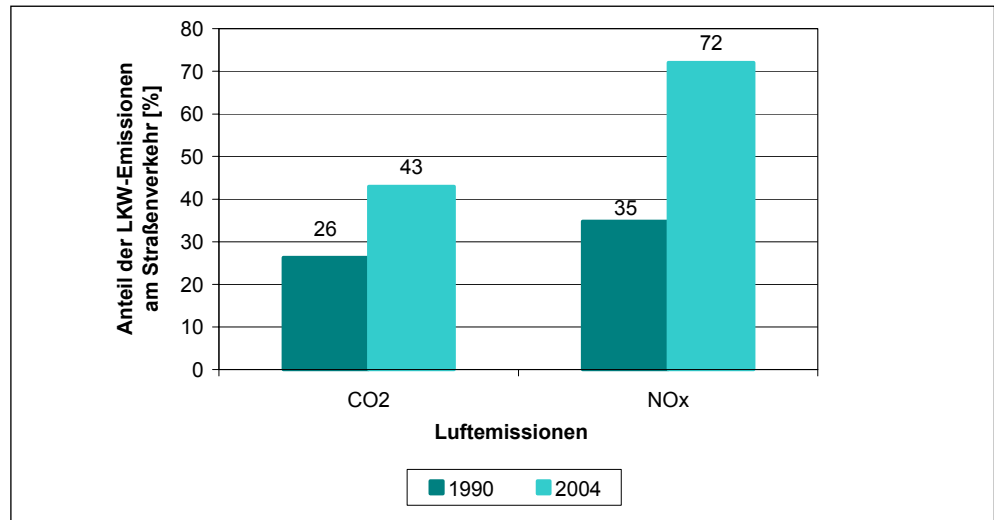
Der starke Anstieg ist u. a. auf den seit Ende der 90er Jahre zunehmenden „Tanktourismus“ zurückzuführen: Basis der Emissionsberechnungen ist der in Österreich verkaufte Treibstoff. Da die Treibstoffpreise in Österreich teilweise deutlich günstiger als im benachbarten Ausland sind, wird unter anderem Treibstoff in Österreich gekauft, allerdings im Ausland „verfahren“ (z. B. österreichischer Spediteur tankt noch einmal in Österreich seinen Tank voll, bevor er die Grenze passiert). Diese Fahrleistungen und die daraus resultierenden Emissionen werden der Österreichischen Inventur zugerechnet. Ca. 32 % der Treibhausgasemissionen im Jahr 2004 waren auf Tanktourismus zurückzuführen. Für rund zwei Drittel der Kraftstoffexporte ist der Schwerverkehr verantwortlich, der Rest wird im PKW ins benachbarte Ausland exportiert (LEBENS MINISTERIUM 2005).

Beim LKW-Verkehr (leichte und schwere Nutzfahrzeuge) ist von 1990 bis 2004 mit zusätzlichen 6,5 Millionen Tonnen CO₂-Emissionen (+ 208 %) der größte Zuwachs von allen Verkehrsträgern zu verzeichnen. Die CO₂-Emissionen der PKW nahmen im selben Zeitraum um 45 % bzw. 3,9 Millionen Tonnen zu.

Die N₂O-Emissionen des Verkehrs haben seit 1990 um 11 % zugenommen. Diese Entwicklung hängt mit der Einführung des Katalysators für benzinbetriebene Kraftfahrzeuge zusammen: N₂O entsteht beim Gebrauch von Fahrzeugen mit Katalysatoren als ein Nebenprodukt der Reduktion von NO_x. Durch die Einführung des Katalysators im Jahr 1987 kam es bis Mitte der 90-er Jahre zu einer Zunahme der N₂O-Emissionen. Durch den Trend zu Dieselfahrzeugen hat sich der Anteil an Benzinfahrzeugen und in der Folge der Lachgasemissionen wieder reduziert. N₂O weist ein besonders hohes Treibhausgaspotenzial auf, im Vergleich zu CO₂ ist es jedoch im Verkehrssektor von untergeordneter Bedeutung.

In folgender Graphik ist der Anteil der LKW (leichte und schwere Nutzfahrzeuge) an den CO₂- und NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs für die Jahre 1990 und 2004 dargestellt.

Abb. 61:
Anteil der CO₂- und
NO_x-Emissionen von
LKW am Straßen-
verkehr 1990 und 2004



Im Zeitraum von 1990 bis 2004 ist der relative Anteil der LKW-Emissionen am Gesamtstraßenverkehr sowohl bei CO₂ als auch bei NO_x gestiegen. Dies ist vor allem auf den überdurchschnittlichen Anstieg des LKW-Verkehrs zurückzuführen.

Klassische Luftschadstoffe

Die in europäischen Richtlinien festgelegten Emissionsgrenzwerte für Personenkraftwagen und Lastkraftwagen sowie strengere Qualitätsanforderungen an Treibstoffen bewirkten ein Absinken des Großteils der Emissionen aus Kraftfahrzeugen. Dies führte besonders bei den Luftschadstoffen Schwefeldioxid (SO₂), Kohlenwasserstoffe (NMVOC) und Kohlenmonoxid (CO) zu einer merklichen Reduktion der Gesamtemissionen. Bei den Stickoxiden (NO_x) hingegen kam es von 1990 bis 2004 zu einem Anstieg der Emissionen aus dem Sektor Verkehr um 32 %.

Folgende Abbildung gibt einen Überblick über die Emissionstrends wesentlicher Luftschadstoffe des Verkehrssektors.

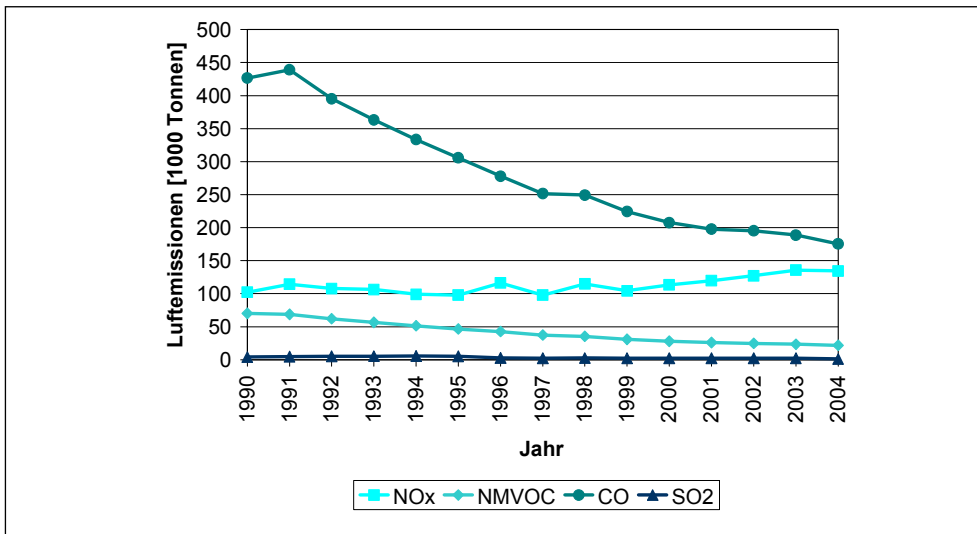


Abb. 62:
NO_x-, NMVOC-, CO-
und SO₂-Emissionen
des Verkehrssektors
1990–2004.

Trends und Ursachen

Bei den CO-Emissionen des Verkehrssektors ist von 1990 bis 2004 eine Reduktion um 59 % zu verzeichnen.

Die NMVOC-Emissionen konnten durch Optimierungen der Verbrennungsvorgänge im Motor sowie die Einführung der Katalysatorpflicht im selben Zeitraum sogar um 69 % reduziert werden.

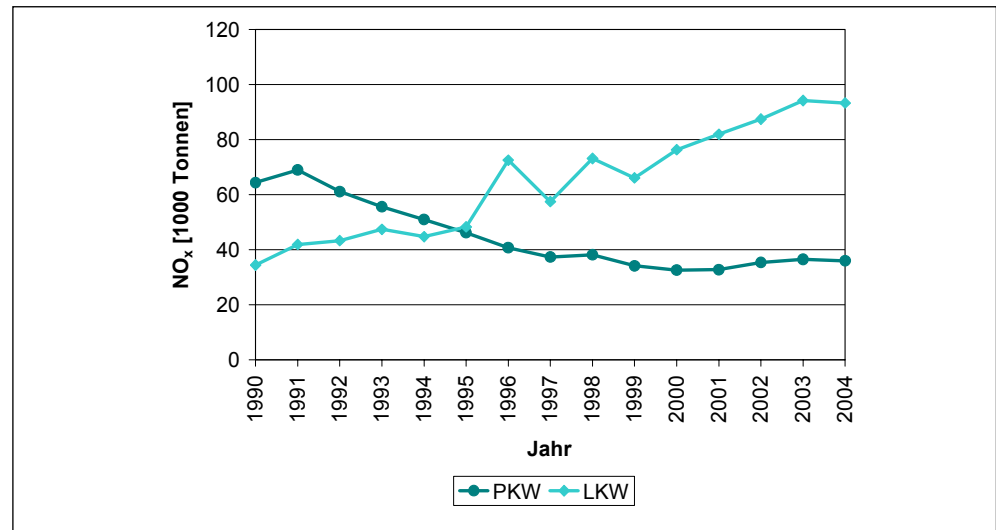
Die SO₂-Emissionen sind von 1990 bis 2004 um insgesamt 76 % zurückgegangen. Dies ist auf die Einführung strengerer Schwefelgrenzwerte für Treibstoffe zurückzuführen. Speziell von 2003 auf 2004 kam es zu einer Abnahme um 57 %, da seit 1.1.2004 entsprechend einer Vereinbarung zwischen der OMV und dem BMLFUW in Österreich flächendeckend schwefelfreier Kraftstoff (< 10 ppm) erhältlich ist. Die Richtlinie 98/70/EG (Qualität von Otto- und Dieseldieselkraftstoffen) schreibt vor, dass spätestens ab 1.1.2005 schwefelfreier Kraftstoff flächendeckend angeboten werden muss.

Insgesamt ist in den nächsten Jahren aufgrund des geringer werdenden Anteils nicht schwefelfreier Kraftstoffe mit einem weiteren Absinken der SO₂-Emissionen zu rechnen.

Der Ausstoß von NO_x aus dem Verkehrssektor (überwiegend Straßenverkehr) ist seit 1990 um 32 % gestiegen. Dies stellt speziell hinsichtlich der Tatsache, dass der Verkehrssektor die größte Verursachergruppe bei den Stickoxidemissionen ist, eine kritische Entwicklung dar. Zu beachten ist, dass sich neben den steigenden Fahrleistungen im Straßenverkehr auch der erhöhte Tanktourismus aufgrund vergleichsweise niedriger Treibstoffpreise in Österreich auf diesen Trend auswirkt (vgl. Kapitel 3.1).

Folgende Abbildung zeigt die NO_x-Emissionstrends von PKW und LKW (leichte und schwere Nutzfahrzeuge).

Abb. 63:
NO_x-Emissionen von
LKW und PKW
1990–2004.



Seit 1990 nahmen die NO_x-Emissionen von PKW aufgrund der Einführung der Katalysatorpflicht bei benzinbetriebenen PKW um 44 % ab. In den letzten Jahren ist allerdings in erster Linie aufgrund des Dieselbooms wieder eine steigende Tendenz vorhanden. Neben den zunehmenden Fahrleistungen ist somit der vermehrte Einsatz von Diesel-PKW hauptverantwortlich für diesen Trend.

LKW verursachten im Jahr 2004 um 171 % mehr NO_x-Emissionen als 1990. Rund 72 % der Stickoxidemissionen vom Straßenverkehr stammten 2004 von LKW (vgl. Abbildung 61). Sie sind somit wesentlichster Emittent dieses Luftschadstoffes in Österreich. Grund für diese Entwicklung ist neben den hohen spezifischen Schadstoffemissionen der Fahrzeuge der starke Anstieg der Transportleistung im straßengebundenen Güterverkehr.

Persistente organische Verbindungen und Schwermetalle

Die Emissionen verkehrsbedingter persistenter organischer Verbindungen (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Dioxine und Hexachlorbenzol) zeigen seit 1990 zwei verschiedene Entwicklungen: Die PAKs haben bis 2004 stark zugenommen (+ 96 %) während Dioxine und HCB (methodikbedingt) gleich hohe Reduktionen (– 65 %) zeigen.

Die PAK-Emissionen stiegen mit dem Treibstoffkonsum an, die HCB/Dioxinreduktion ist auf das Verbot von sog. Scavengern (das sind Bleiersatzstoffe) zurückzuführen.

Die in europäischen Richtlinien festgelegten Emissionsgrenzwerte für Personenkraftwagen und Lastkraftwagen sowie strengere Qualitätsanforderungen an Treibstoffen bewirkten eine fast vollständige Reduzierung der Pb-Emissionen im Verkehrssektor.

Die Cd-Emissionen haben hingegen seit 1990 um 38 % zugenommen, bedingt durch das wachsende Verkehrsaufkommen vor allem im Schwerlastbereich. Cadmium wird durch Reifen- und Bremsabrieb freigesetzt.

Staub

Im Jahr 2004 verursachte der Verkehr 19 % der gesamten TSP-Emissionen, 20 % der gesamten PM₁₀-Emissionen und 28 % der gesamten PM_{2,5}-Emissionen Österreichs. Hauptverantwortlich hierfür waren die Emissionen aus dem Straßenverkehr. Diese Emissionen bestehen aus Abgasemissionen sowie Abriebs- und Aufwirbelungsemissionen. Die verkehrsbedingte Aufwirbelung von Staub wurde in der vorliegenden Inventur nun erstmals in den nationalen Gesamtemissionen berücksichtigt. Die hohen Zuwachsraten sind auf die weiter steigende Anzahl an Fahrzeugen respektive die Steigerung der Fahrleistung (Personen und Fracht) zurückzuführen (vgl. Kapitel 5.2.). Nach derzeitigem Wissensstand verursacht der Tanktourismus ungefähr 17 % der Staubemissionen dieses Sektors.

8.5 Landwirtschaft

Dieser Sektor enthält jene Emissionen, welche bei der Viehhaltung und im Ackerbau entstehen. Nicht enthalten sind die durch energetische Nutzung von Energieträgern verursachten Emissionen. Landwirtschaftliche Geräte (Traktoren etc.) und Heizungsanlagen sind laut IPCC-Systematik dem Sektor Kleinverbraucher zugeordnet (vgl. Kapitel 1.6).

Hauptschadstoffe

Der Sektor Landwirtschaft ist für den überwiegenden Anteil der NH₃-Emissionen und für einen großen Anteil der N₂O- und CH₄-Emissionen verantwortlich. Zusätzlich verursacht er mehr als 5 % der gesamten TSP-, PM₁₀- und PM_{2,5}-Emissionen.

In folgender Abbildung ist der Anteil der Landwirtschaft an den österreichischen Gesamtemissionen für CH₄, N₂O, NH₃, TSP, PM₁₀ und PM_{2,5} dargestellt.

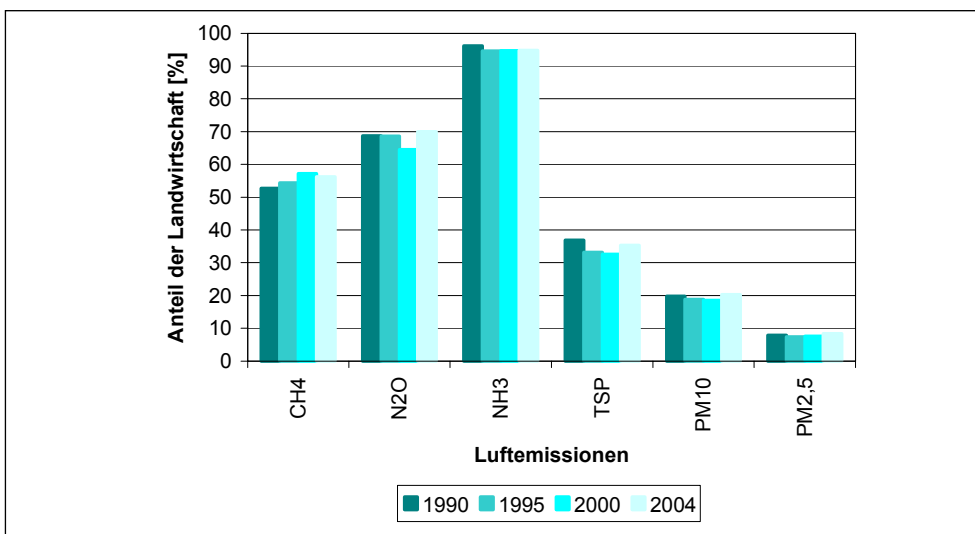


Abb. 64:
Anteil der
Landwirtschaft an den
Gesamtemissionen.

Im Jahr 2004 war der Sektor Landwirtschaft für 95 % der NH₃- und für 70 % der N₂O-Emissionen verantwortlich. Auch mehr als die Hälfte der gesamten CH₄-Emissionen (56 %) stammte 2004 aus diesem Bereich. Weiters verursachte die Landwirtschaft 35 % der gesamten TSP-, 20 % der PM10- und 8 % der PM2,5-Emissionen.

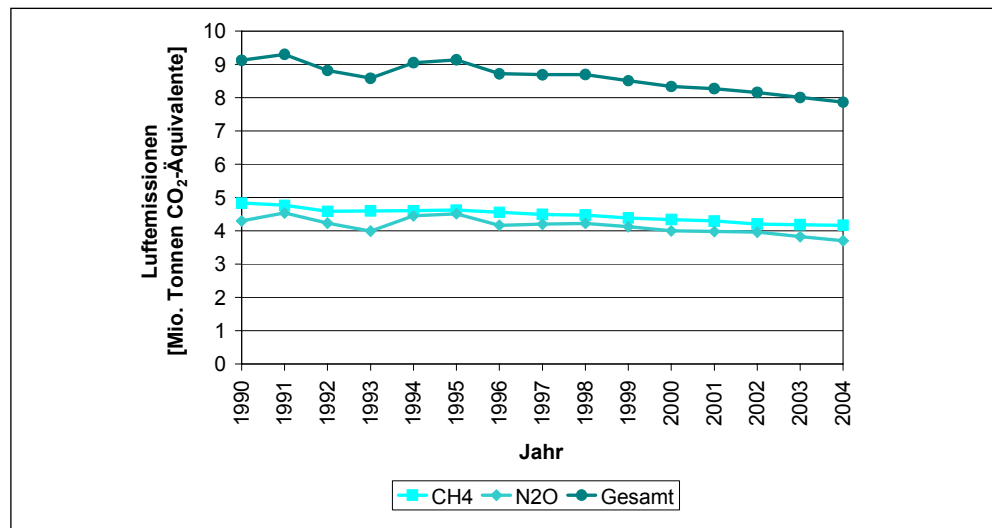
Der relative Anstieg der N₂O-Emissionen ist auf den starken Rückgang dieser Emissionen im Sektor Industrie zurückzuführen, der relative Anstieg der CH₄-Emissionen lässt sich auf die vergleichsweise stärkere Emissionsabnahme bei den Mülldeponien (Sektor Sonstige) zurückführen (vgl. Abbildung 64).

Die PAK-Emissionen aus der Landwirtschaft sind aufgrund des Verbotes der Strohverbrennung am Feld Ende der 80er Jahre (mit nur wenigen bewilligten Ausnahmen) wesentlich reduziert worden. 2004 kamen nur noch 3 % der PAK-Emissionen aus diesem Sektor.

Treibhausgase

Folgende Abbildung zeigt die Emissionstrends der Treibhausgase CH₄ und N₂O im Vergleich zu den gesamten Treibhausgasemissionen aus dem Sektor Landwirtschaft.

Abb. 65:
Treibhausgasemissionen
des Sektors
Landwirtschaft
1990 bis 2004
(in CO₂-Äquivalenten).



Trends und Ursachen

Die Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft konnten im Zeitraum 1990 bis 2004 um insgesamt 14 % verringert werden.

Die Methanemissionen schwanken im Wesentlichen mit dem Viehbestand (insbesondere der Rinder), seit 1990 ist ein Rückgang um 14 % zu verzeichnen. Bei den N₂O-Emissionen konnte ebenfalls eine Reduktion um 14 % erzielt werden, hier prägt der unterschiedlich hohe Düngemiteleinsatz (Mineral- und organischer Dünger) den Trendverlauf.

Im Vergleich zum Vorjahresbericht weisen die aktuellen Emissionsdaten für den Sektor Landwirtschaft beachtlich höhere Lachgasemissionen aus. Die Ursache hierfür liegt in der verbesserten Emissionsberechnung: In der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur 2005 wurden erstmals die neuen, vom Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit des BMLFUW ausgearbeiteten, höheren Stickstoffausscheidungsdaten des österreichischen Viehs zur Emissionsermittlung herangezogen.



Im Folgenden werden die wichtigsten Emissionsquellen näher beschrieben:

CH₄-Ausgasungen von Wiederkäuern (Rindermägen)

Gut drei Viertel der landwirtschaftlichen Methan-Ausgasungen entstehen durch Gärung in Tiermägen (über 90 % von Rindermägen). Der Rest ist dem Gülle-Management zuzurechnen, wobei je nach Entmistungssystem (Fest- oder Flüssigmist-System) beträchtliche Unterschiede bestehen.

Die Reduktion der CH₄-Emissionen ergibt sich aus dem Rückgang des gesamten Viehbestandes. Die spezifischen Emissionen pro Milchkuh hingegen steigen aufgrund der höheren Milchleistungen (Aufnahme energiereicherer Nahrung) kontinuierlich an.

Durch die unterschiedliche Fütterungsweise des Viehs in konventionellen und biologisch wirtschaftenden Betrieben konnten bei letzteren etwas geringere CH₄-Emissionen festgestellt werden.

CH₄-Emissionen beim Gülle-Management

Annähernd ein Viertel der landwirtschaftlichen Methanemissionen wird beim Gülle-Management (d. h. im Stall und bei der Lagerung des organischen Düngers) emittiert.

Aufgrund arbeitswirtschaftlicher Vorteile besteht bei den Entmistungssystemen ein Trend zu Flüssigmistverfahren. Im Vergleich zu traditionellen Festmistverfahren gehen damit aber wesentlich höhere Methanemissionen einher.

Mittels Vergärung von Gülle/Jauche/Mist in landwirtschaftlichen Biogasanlagen (in Konvertern unter Luftabschluss) besteht jedoch die Möglichkeit, das bei der anaeroben Umsetzung der Exkremente gebildete Methan einer energetischen Verwertung (Erzeugung von Wärme und Strom) zuzuführen. Dadurch wird die Klimawirkung des Methans ausgeschaltet und zusätzlich fossil erzeugter Strom ersetzt. 2004 wurden in Österreich etwa 130 Biogasanlagen betrieben.

N₂O-Emissionen bei Düngung und Gülle-Management

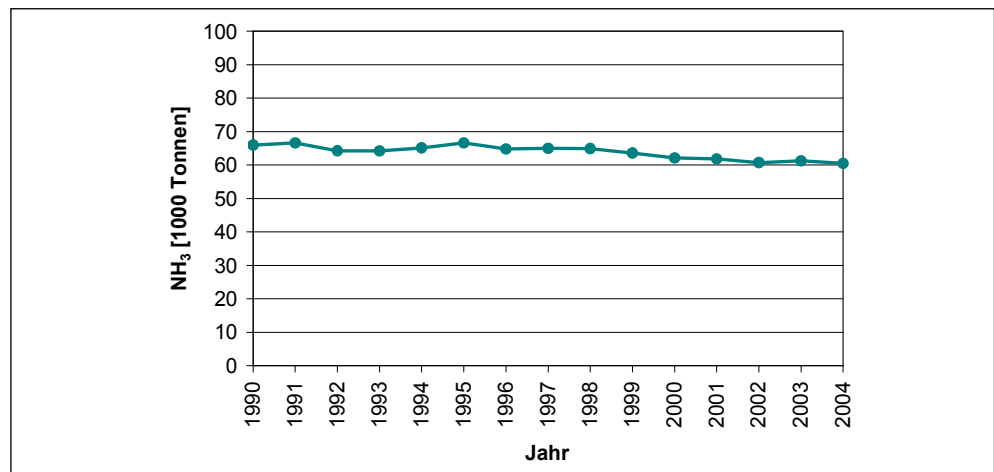
Etwa drei Viertel der Lachgasemissionen des Sektors Landwirtschaft entstehen bei der Düngung landwirtschaftlicher Nutzflächen. Der Rest entgast beim Gülle-Management, wobei aus Festmist-Systemen mehr N₂O-Emissionen als aus Flüssigmist-Systemen hervorgehen.

Bei den durch Düngereinsatz hervorgerufenen Emissionen ist grundsätzlich die Menge des Stickstoffeintrages in den Boden und nicht die Art des Düngers (organischer oder mineralischer Dünger) ausschlaggebend. Geht man aber von einem geschlossenen Stickstoffkreislauf aus (folglich einem begrenzten Stickstoffeintrag bei biologischer Landwirtschaft), so ist die Düngung mittels organischem Dünger eine durchaus effiziente Strategie im Sinne der Nachhaltigkeit.

Klassische Luftschadstoffe

In folgender Abbildung ist die Entwicklung der NH₃-Emissionen dargestellt.

Abb. 66:
NH₃-Emissionen des
Sektors Landwirtschaft
1990 bis 2004.



Trends und Ursachen

Die NH₃-Emissionen der Landwirtschaft sanken zwischen 1990 und 2004 um 8 % von 66.000 Tonnen auf 60.500 Tonnen. Diese Abnahme lässt sich auf die rückläufigen Viehbestandszahlen zurückführen.

Das im Vergleich zum Vorjahresbericht erhöhte Emissionsniveau ist auf eine Überarbeitung der Emissionsberechnung mit neuen, revidierten Stickstoffausscheidungs-raten des österreichischen Viehs zurückzuführen.

Bei den NH₃-Emissionen spielt neben dem Entmistungssystem auch die Haltungsw-eise des Viehs eine Rolle. Bei den (artgerechteren) Laufställen sind mehr NH₃-Emissionen als bei Anbindestallungen zu verzeichnen.

TSP, PM10 und PM2,5

Die Staubemissionen der Landwirtschaft kommen zum Großteil aus ackerbaulicher Tätigkeit und zu einem wesentlich geringeren Teil aus der Viehhaltung. Aus den verschiedensten Arbeitsgängen und Produktionsprozessen in diesem Bereich resultieren Emissionen von Partikeln, deren Ausmaß und Gefährdungspotenzial noch weitgehend unbekannt sind. Hier besteht noch erheblicher Forschungsbedarf.

In der vorliegenden Luftschadstoff-Inventur (OLI) wurden die Staubemissionen des Sektors Landwirtschaft dem aktuellen Wissensstand entsprechend überarbeitet und neu berechnet.

Die hohen landwirtschaftlichen TSP-Emissionen entstehen hauptsächlich bei Ernte und Ackerbau am Feld; nur ein geringer Teil stammt von der Viehhaltung.

Bei PM10 und PM2,5 verursacht die Viehhaltung gut ein Drittel der Emissionen des Sektors Landwirtschaft, zwei Drittel werden bei ackerbaulichen Tätigkeiten am Feld emittiert.

Staubpartikel aus der Viehhaltung stammen von Futter, Einstreu, Haaren, Federn, Exkrementen usw. Der überwiegende Teil der Staubemissionen am Feld entsteht beim Mähdreschen während der Ernte.

8.6 Sonstige

Der Sektor Sonstige beinhaltet die Emissionen aus Lösemittelanwendung (vorwiegend NMVOC) und Abfallbehandlung (vorwiegend CH₄ aus Mülldeponien) (vgl. Kapitel 1.6).

Hauptschadstoffe

Im Jahr 2004 verursachte dieser Sektor 31 % der gesamten CH₄-Emissionen, 47 % der gesamten NMVOC-Emissionen und 9 % der gesamten N₂O-Emissionen.

Alle übrigen Emissionen der Sonstigen sind von untergeordneter Bedeutung und werden hier nicht näher behandelt.

Folgende Abbildung zeigt die Anteile der CH₄-, der NMVOC- und der N₂O-Emissionen des Sektors Sonstige an den Gesamtemissionen:

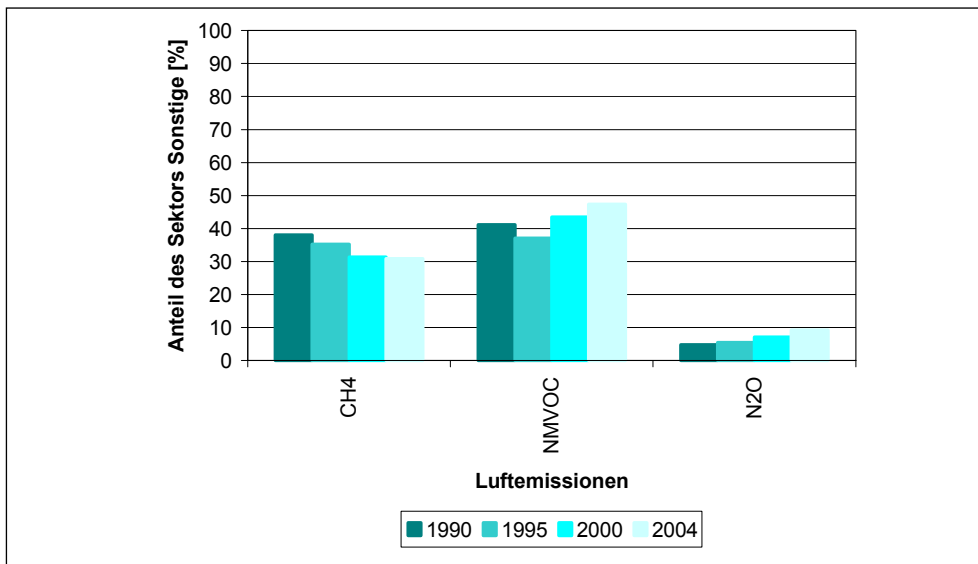


Abb. 67:
Anteil des Sektors
Sonstige an den
Gesamtemissionen.

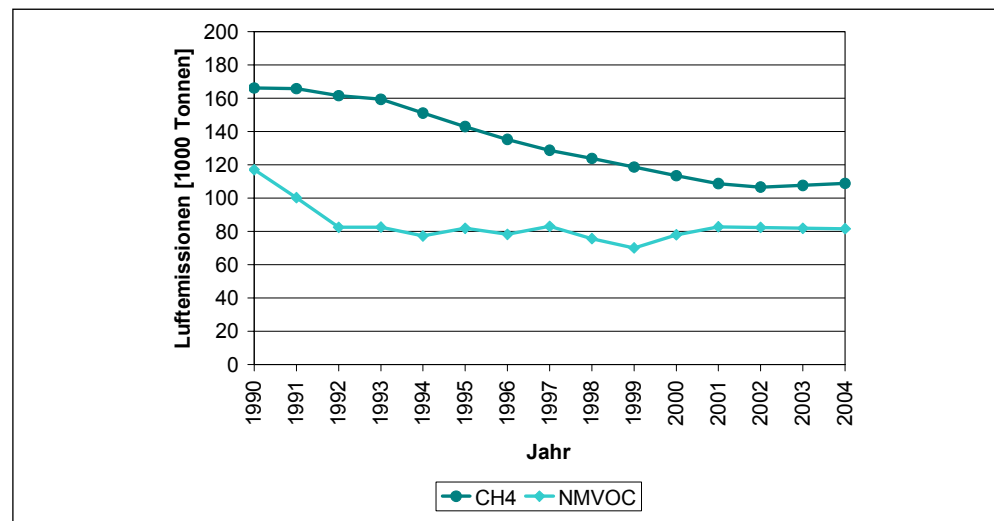
Der Anteil des Sektors Sonstige an den gesamten CH₄-Emissionen nahm von 38 % im Jahr 1990 auf 31 % im Jahr 2004 ab. Die Methanemissionen entstehen hierbei in der Abfallbehandlung (ohne Müllverbrennung, vgl. Kapitel 1.6). Der überwiegende Teil davon entsteht bei Mülldeponien, der Rest bei der Abwasser- und Klärschlammbehandlung sowie Kompostierung. Die CH₄-Emissionen haben sich vor allem aufgrund von methodischen Verbesserungen im Vergleich zum Vorjahr verringert. Bisher wurden die Emissionen aus Deponien und Abwasserbehandlungsanlagen entsprechend nationaler Methodiken berechnet. Aufgrund der geringeren Unsicherheiten wird ab der aktuellen Inventur nun die IPCC-Methodik angewandt. Weiters wurden die Abfallmengen vom restlichen Abfall vor 1998 auf Empfehlung des Expert Review Teams erstmals anhand des BIP abgeschätzt. Bisher musste der Wert von 1998 wegen der schlechten Datenlage konstant zurückgeschrieben werden.

Die NMVOC-Emissionen dieses Sektors entstehen beim Gebrauch von Lösemit-
teln. Ihr Anteil an den gesamten österreichischen NMVOC-Emissionen stieg von
41 % im Jahr 1990 auf 47 % im Jahr 2004. Dieser relative Anstieg ist auf den Rück-
gang der NMVOC-Emissionen des Verkehrssektors zurückzuführen.

Die N₂O-Emissionen aus dem Sektor Sonstige stammen zu gleichen Teilen aus der
Anwendung von Lösemittel und der Abwasserbehandlung. Während die N₂O-Emis-
sionen aus der Lösemittelanwendung im betrachteten Zeitraum konstant geblieben
sind, ist in der Abwasserbehandlung ein Anstieg dieser Emissionen in die Luft zu
verzeichnen. Diese Emissionszunahme lässt sich auf den erhöhten Anschlussgrad
an Kläranlagen zurückführen: Im Denitrifikationsprozess wird zur Reinigung des
Abwassers das Nitrat zum Stickstoff reduziert, wobei allerdings ein geringer Teil
des Stickstoffs als N₂O in die Luft emittiert.

In folgender Abbildung sind der CH₄- sowie der NMVOC-Emissionstrend des Sek-
tors Sonstige dargestellt.

Abb. 68:
CH₄- und NMVOC-
Emissionstrend des
Sektors Sonstige
1990 bis 2004.



Trends

Die CH₄-Emissionen aus Deponien, die den Großteil der CH₄-Emissionen des Sek-
tors Sonstige darstellen, konnten trotz ansteigender Abfallmengen aufgrund der stei-
genden Deponiegaserfassung und dem sinkenden organischen Anteil im deponier-
ten Müll von 1990 bis 2004 um insgesamt 34 % von 160.700 Tonnen auf
105.700 Tonnen reduziert werden. Von 2003 auf 2004 stiegen sie leicht an.

Die NMVOC-Emissionen aus der Anwendung von Lösemittel nahmen im selben
Zeitraum von 117.000 Tonnen auf 82.000 Tonnen um 30 % ab.

Ursachen

Die CH₄-Emissionen aus den Deponien hängen vor allem von der Menge des in
Deponien gelagerten Mülls, dem organischen Anteil im Müll und von der Menge des
abgesaugten Deponiegases ab.



Bis Mitte der 90er Jahre sind die jährlich deponierten Abfälle deutlich zurückgegangen. Dieser Rückgang ist allerdings nicht auf ein sinkendes Müllaufkommen insgesamt zurückzuführen, sondern wurde vor allem durch verstärkte Erfassung von Altstoffen und vermehrte Müllverbrennung erreicht. Seit Mitte der 90er Jahre blieb die jährlich deponierte Menge in etwa konstant. Ab 2001 ist ein deutlicher Anstieg des deponierten Mülls aufgrund der Zunahme des Hausmülls zu verzeichnen, von 2002 auf 2003 kam es durch die Sanierung alter Deponien und die neuerliche Deponierung dieser Altlasten zu einem weiteren Anstieg.

Ein Grund für sinkende Emissionen aus den Deponien ist die Reduktion der organischen Substanzen im Restmüll. In Deponien werden organische Substanzen von Mikroorganismen als Nahrungsquelle genutzt und teilweise zu Deponiegas umgesetzt. Je mehr organische Substanzen im Müll enthalten sind, umso mehr Deponiegas entsteht. Das Deponiegas besteht zu 55 % aus Methan und trägt somit wesentlich zum Treibauseffekt bei. Durch die Einführung der getrennten Sammlung von Bioabfall und durch die verstärkte Sammlung von Papier ist es gelungen, den organischen Anteil im deponierten Müll zu reduzieren, was zu einer erheblichen Reduktion der CH₄-Emissionen geführt hat (UMWELTBUNDESAMT 2003).

Ein weiterer Grund für sinkende Emissionen aus den Deponien ist der verbesserte Deponieerfassungsgrad: Von den Deponien wird Deponiegas abgesaugt und anschließend verbrannt, verstromt usw. Diese abgesaugte Deponiegasmenge hat entsprechend einer Erhebung des Umweltbundesamtes (UMWELTBUNDESAMT 2004a) zugenommen und ist damit nicht unkontrolliert in die Umgebung entwichen.

Bei den NMVOC-Emissionen haben vor allem die Verbote und Bestimmungen der folgenden Verordnungen zur Abnahme beigetragen:

- CKW-Anlagen-Verordnung (BGBl. Nr. 865/1994) regelt die Begrenzung der Emission von chlorierten organischen Lösemitteln aus CKW-Anlagen in gewerblichen Betriebsanlagen;
- Lösungsmittelverordnung (BGBl. Nr. 872/1995) enthält Verbote und Beschränkungen über organische Lösungsmittel in Farben, Klebstoffen, Lacken etc.;
- VOC-Anlagen-Verordnung (BGBl. II Nr. 301/2002) setzt die Richtlinie 1999/13/EG über die Begrenzung der Emissionen bei der Verwendung organischer Lösungsmittel in gewerblichen Betriebsanlagen um und ersetzt die Lackieranlagen-Verordnung (BGBl. Nr. 873/1995).

9 LITERATURVERZEICHNIS

- EEA – European Environment Agency (2005): EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2005. Technical Report No. 30. Copenhagen, 2005.
http://reports.eea.eu.int/EMEP_CORINAIR4/en
- EMEP – Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmissions of air pollutants in Europe (<http://www.emep.int>).
- EMPA/PSI (2003): Gehrig, R., Hill, M., Buchmann, B., et al.: Verifikation von PM10-Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Abschlussbericht der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) und des Paul Scherrer Institutes (PSI) zum Forschungsprojekt ASTRA 2000/415. Juli 2003.
- HAUSBERGER, ST. (1998): GLOBEMI – Globale Modellbildung für Emissions- und Verbrauchsszenarien im Verkehrssektor. Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik der TU Graz. Graz.
- HINZ, T. (2005): Particle Emissions from Arable Farming. Joint meeting of the Ammonia Expert Group and the TFEIP Agriculture and Nature Panel. UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. Segovia, Spain.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (1997): Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERÖSTERREICH (2005): Furtner, K. & Haneder, H.: Biomasse – Heizungserhebung 2005. St. Pölten.
- LEBENS MINISTERIUM (2005): Abschätzung der Auswirkungen des Tanktourismus auf den Treibstoffverbrauch und die Entwicklung der CO₂-Emissionen in Österreich. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien.
- OBERNOSTERER, R.; SMUTNY, R.; JÄGER, E. ET AL. (2004): Evaluierung der HFKW – Emissionsberechnung aus der Produktion und dem Einsatz von XPS-/PU-Platten und PU-Schäumen des Bauwesens für die Österreichische Luftschadstoff-Inventur. Ressourcen Management Agentur (RMA). Interner Bericht. Villach, Dezember 2004.
- ÖSTERREICHISCHE ENERGIEAGENTUR & UMWELTBUNDESAMT (2006): Ritter, M.; Sattler, M.; Schindler, I. et al: Evaluierungsbericht zur Klimastrategie 2002. Endbericht. Report, Bd. REP-0021. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2000): Hübner, C.; Boos, R.; Bohlmann, J. et al.: In Österreich eingesetzte Verfahren zur Dioxinminderung. Monographien. Bd. M-116. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2001a): Hübner, C.: Österreichische Emissionsinventur für die Schwermetalle Cadmium, Quecksilber und Blei 1995–2000. Forschungsgesellschaft Techn. Umweltschutz (FTU), im Auftrag der Umweltbundesamt GmbH. Wien, November 2001.
- UMWELTBUNDESAMT (2001b): Winiwarter, W.; Trenker, C. & Höflinger, W.: Österreichische Emissionsinventur für Staub. Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes. Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2001c): Hübner, C.: Österreichische Emissionsinventur für POPS Zeitreihe 1985–1999. Forschungsgesellschaft Techn. Umweltschutz (FTU), im Auftrag der Umweltbundesamt GmbH. Wien, Mai 2001.
- UMWELTBUNDESAMT (2003): Rolland, C. & Scheibengraf, M.: Biologisch abbaubarer Kohlenstoff im Restmüll. Berichte, Bd. BE-236. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2004a): Rolland, C. & Oliva, J.: Erfassung von Deponiegas. Statusbericht von österreichischen Deponien. Berichte, Bd. BE-238. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2004b): Wieser, M. & Kurzweil, A.: Emissionsfaktoren als Grundlage für die Österreichische Luftschadstoff-Inventur. Stand 2003. Berichte, Bd. BE-254. Umweltbundesamt, Wien.

- UMWELTBUNDESAMT (2004c): Handbuch der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 2.1. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2005): Schneider, J.; Baumann, R.; Böhmer, S. et al.: Schwebestaub in Österreich – Fachgrundlagen für eine kohärente Strategie zur Verminderung der Schwebestaubbelastung. Berichte, Bd. BE-277. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2006a): Muik, B.; Anderl, M.; Freudenschuß, A. et al.: Austria's National Inventory Report 2006. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Report, Bd. REP-0016. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2006b): Anderl, M.; Kurzweil, A.; Muik, B. et al.: Austria's National Air Emission Inventory 1990-2004. Submission under Directive 2001/81/EC. Report, Bd. REP-0005. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2006c): Rigler, E.; Gugele, B.; Ritter, M.: Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990-2004. Datenstand 2006. Report, Bd. REP-0011. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2006d): Spangl, W., Schneider, J.; Nagl, C. et al.: Herkunftsanalyse der PM10-Belastung in Österreich. Ferntransport und regionale Beiträge. Report, Bd. REP-0034. Umweltbundesamt, Wien.
- VEREINIGUNG ÖSTERREICHISCHER KESSELLIEFERANTEN (VÖK): Die thermische Sanierung österreichischer Eigenheime, Ausgabe Juli 2004.
- WINDSPERGER, A.; MAYR, B. & SCHMIDT-STEJSKAL, H. et al. (1999): Abschätzung der Emissionen von Blei, Cadmium und Quecksilber für die Jahre 1985, 1990 und 1995 im Auftrag der Umweltbundesamt GmbH, Wien.

Österreichische Rechtsnormen und Leitlinien

- CKW-ANLAGENVERORDNUNG (BGBl. Nr. 865/1994): Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Begrenzung der Emission von chlorierten organischen Lösemitteln aus CKW-Anlagen in gewerblichen Betriebsanlagen.
- GASPENDELVERORDNUNG (BGBl. Nr. 793/1992): Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Ausstattung von Tankstellen mit Gaspendelleitungen.
- HFKW-FKW-SF₆-VERORDNUNG (BGBl. II Nr. 447/2002): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Verbote und Beschränkungen teilfluorierter und vollfluorierter Kohlenwasserstoffe sowie von Schwefelhexafluorid.
- KRAFTSTOFFBEHÄLTERVERORDNUNG (BGBl. Nr. 558/1991): Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Ausstattung gewerblicher Betriebsanlagen mit Gaspendelleitungen für ortsfeste Kraftstoffbehälter.
- KRAFTSTOFFVERORDNUNG (BGBl. II Nr. 418/1999): Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über die Festlegung der Qualität von Kraftstoffen.
- LÖSUNGSMITTELVERORDNUNG (BGBl. Nr. 872/1995): Verordnung des Bundesministers für Umwelt über Verbote und Beschränkungen von organischen Lösungsmitteln.
- LUFTREINHALTEGESETZ FÜR KESSELANLAGEN (BGBl. Nr. 380/1988): Bundesgesetz vom 23. Juni 1988 zur Begrenzung der von Dampfkesselanlagen ausgehenden Luftverunreinigungen.
- VOC-ANLAGENVERORDNUNG (BGBl. II Nr. 301/2002): Umsetzung der Richtlinie 1999/13/EG über die Begrenzung der Emissionen bei der Verwendung organischer Lösungsmittel in gewerblichen Betriebsanlagen.

VERURSACHERTABELLEN

Tab. 1: CO₂-Emissionen in Millionen Tonnen [Tg]

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Energieversorgung	13,76	14,57	11,44	11,47	11,74	12,77	13,81	13,96	13,00	12,65	12,57	13,84	13,61	16,40	15,75
Kleinverbraucher	14,39	15,48	14,91	14,78	13,57	14,67	15,97	14,31	14,18	14,85	13,35	15,19	14,09	15,26	14,18
Industrie	21,02	21,14	19,51	19,80	21,14	21,52	21,28	23,67	22,25	21,13	22,28	21,78	23,00	22,75	23,39
Verkehr	12,44	14,03	13,97	14,16	14,12	14,50	16,08	15,01	17,21	16,64	17,78	19,16	21,03	22,94	23,56
Landwirtschaft	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
Sonstige	0,31	0,26	0,20	0,20	0,18	0,20	0,18	0,20	0,18	0,17	0,19	0,21	0,20	0,20	0,20
Gesamt (anthropogen)	61,93	65,48	60,04	60,41	60,76	63,65	67,32	67,15	66,83	65,44	66,18	70,17	71,93	77,55	77,08



Tab. 2: CH₄-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gg]

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Energieversorgung	18,48	19,17	19,99	20,89	21,54	22,63	23,92	24,81	25,34	26,34	27,09	27,50	28,61	29,24	31,37
Kleinverbraucher	18,48	19,98	18,19	17,87	16,21	16,86	17,88	13,57	13,08	13,16	12,23	13,11	11,72	12,35	12,37
Industrie	0,76	0,78	0,76	0,77	0,81	0,79	0,81	0,84	0,85	0,81	0,82	0,79	0,84	0,84	0,84
Verkehr	2,91	2,87	2,61	2,40	2,19	1,99	1,81	1,62	1,56	1,40	1,28	1,20	1,14	1,09	1,00
Landwirtschaft	230,02	226,80	218,33	218,81	219,12	220,14	216,81	213,78	212,92	208,82	206,62	204,44	200,09	199,20	198,34
Sonstige	166,08	165,78	161,54	159,38	151,05	142,95	135,23	128,69	123,83	118,63	113,47	108,68	106,59	107,62	108,78
Gesamt (anthropogen)	436,74	435,38	421,42	420,12	410,92	405,37	396,46	383,33	377,58	369,16	361,50	355,73	348,99	350,34	352,70

Tab. 3: N₂O-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gg]

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Energieversorgung	0,15	0,17	0,13	0,14	0,14	0,16	0,15	0,15	0,16	0,17	0,17	0,20	0,19	0,23	0,24
Kleinverbraucher	0,94	0,95	0,94	0,95	0,93	0,94	1,03	1,02	1,00	1,01	0,92	0,99	0,95	0,97	0,96
Industrie	3,46	3,53	3,24	3,37	3,22	3,32	3,36	3,37	3,47	3,56	3,63	3,09	3,16	3,39	1,40
Verkehr	0,85	1,04	1,12	1,18	1,18	1,14	1,09	1,01	1,06	0,96	0,94	0,94	0,98	0,99	0,94
Landwirtschaft	13,85	14,63	13,64	12,86	14,34	14,55	13,44	13,54	13,61	13,29	12,89	12,83	12,76	12,33	11,93
Sonstige	0,88	0,89	0,91	0,93	1,01	1,09	1,17	1,20	1,29	1,36	1,43	1,54	1,54	1,57	1,57
Gesamt (anthropogen)	20,14	21,21	19,97	19,42	20,83	21,21	20,23	20,29	20,59	20,34	19,97	19,60	19,58	19,48	17,04



Tab. 4: Zusammensetzung der F-Gase in 1.000 Tonnen CO₂-Äquivalenten [Gg]

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
HFCs	23,03	45,21	48,68	157,34	206,83	267,34	346,84	427,42	494,89	542,20	596,26	695,10	782,44	864,92	904,39
PFCs	1079,24	1087,08	462,67	52,92	58,65	68,74	66,27	96,83	44,75	64,54	72,33	82,15	86,87	102,54	114,72
SF ₆	502,58	653,36	697,85	793,71	985,70	1139,16	1218,05	1120,15	907,99	683,96	633,31	636,62	640,83	593,52	512,51
F-Gase gesamt	1604,86	1785,66	1209,19	1003,96	1251,17	1475,24	1631,16	1644,41	1447,63	1290,70	1301,90	1413,86	1510,15	1560,98	1531,62

Gemäß Verursachereinteilung (vgl. Kapitel 1.6) werden die Emissionen von fluorierten Gasen dem Sektor Industrie zugeordnet.

Tab. 6: Treibhausgasemissionen in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten [Tg]

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Energieversorgung	14,20	15,02	11,90	11,95	12,24	13,29	14,36	14,52	13,58	13,25	13,19	14,48	14,27	17,08	16,48
Kleinverbraucher	15,07	16,20	15,59	15,45	14,20	15,32	16,66	14,91	14,76	15,44	13,90	15,77	14,63	15,82	14,74
Industrie	23,72	24,04	21,74	21,87	23,41	24,04	23,97	26,37	24,80	23,54	24,73	24,16	25,51	25,38	25,37
Verkehr	12,76	14,41	14,37	14,57	14,53	14,89	16,45	15,36	17,58	16,97	18,10	19,48	21,36	23,27	23,87
Landwirtschaft	9,12	9,30	8,81	8,58	9,05	9,13	8,72	8,69	8,69	8,50	8,33	8,27	8,16	8,01	7,86
Sonstige	4,07	4,02	3,87	3,83	3,67	3,54	3,39	3,28	3,18	3,08	3,02	2,97	2,92	2,95	2,97
Gesamt (anthropogen)	78,94	82,98	76,28	76,25	77,10	80,22	83,55	83,13	82,59	80,78	81,26	85,13	86,84	92,51	91,30

Tab. 7: SO₂-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gg]

Verursacher	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Energieversorgung	109,86	56,73	16,04	16,72	10,58	12,16	9,00	10,45	9,00	9,15	7,37	7,54	7,31	8,12	7,84	8,12	7,83
Kleinverbraucher	108,62	53,69	33,51	30,24	26,49	22,56	20,16	19,06	19,45	13,30	12,33	12,06	11,02	11,21	10,24	11,16	9,32
Industrie	116,52	63,52	20,52	19,54	12,79	13,15	12,82	12,08	13,46	15,56	13,25	11,66	10,86	11,09	12,42	11,75	10,69
Verkehr	8,41	4,46	4,08	4,78	5,03	5,42	5,55	5,18	2,70	2,27	2,53	2,26	2,26	2,39	2,26	2,30	1,00
Landwirtschaft	0,04	0,05	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
Sonstige	0,41	0,41	0,07	0,06	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Gesamt (anthropogen)	343,86	178,86	74,23	71,34	54,93	53,33	47,57	46,82	44,67	40,34	35,54	33,57	31,50	32,86	32,83	33,38	28,89

Tab. 8: NO_x-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gg]

Verursacher	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Energieversorgung	26,74	28,41	17,30	16,67	14,22	11,93	10,83	12,11	11,10	12,06	10,74	10,53	11,04	12,66	12,58	14,89	15,25
Kleinverbraucher	32,97	32,83	37,01	36,06	35,58	35,01	34,70	35,01	38,20	39,09	38,10	39,02	35,88	38,31	36,61	37,19	36,57
Industrie	65,95	54,23	48,99	49,58	46,45	43,93	44,14	41,49	40,90	44,50	42,50	39,32	38,03	37,06	37,83	36,94	35,23
Verkehr	115,24	112,36	102,12	114,17	107,72	106,21	99,02	97,74	116,35	97,96	114,82	104,30	113,28	119,52	127,15	135,51	134,53
Landwirtschaft	6,65	7,06	6,08	6,31	5,95	5,71	6,12	6,18	5,86	5,93	5,93	5,77	5,62	5,58	5,52	5,42	5,28
Sonstige	0,25	0,25	0,10	0,09	0,06	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Gesamt (anthropogen)	247,80	235,14	211,59	222,88	209,98	202,85	194,86	192,58	212,46	199,57	212,13	198,98	203,90	213,18	219,73	230,01	226,91



Tab. 9: NMVOC-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gg]

Verursacher	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Energieversorgung	13,31	11,97	12,99	13,99	13,85	13,60	11,00	9,56	8,72	8,05	6,60	5,88	5,84	4,11	4,25	4,32	4,15
Kleinverbraucher	77,21	86,94	67,06	70,02	64,53	64,54	60,49	61,92	65,42	53,36	51,36	51,13	46,83	48,75	44,40	45,60	44,47
Industrie	20,49	17,85	15,23	16,85	18,04	19,15	19,15	18,94	18,80	19,09	19,10	18,79	18,81	18,48	18,56	18,23	18,20
Verkehr	105,43	101,46	70,13	68,64	62,04	56,61	51,35	46,54	42,61	37,42	35,34	31,02	28,05	26,11	24,70	23,55	21,86
Landwirtschaft	4,55	4,61	1,85	1,84	1,78	1,75	1,81	1,82	1,80	1,88	1,84	1,88	1,78	1,86	1,85	1,76	2,00
Sonstige	210,69	172,98	117,11	100,24	82,48	82,57	77,20	81,88	78,19	83,05	75,65	70,07	77,85	82,73	82,33	81,93	81,53
Gesamt (anthropogen)	431,68	395,80	284,37	271,58	242,72	238,24	220,99	220,66	215,53	202,84	189,90	178,76	179,15	182,04	176,09	175,38	172,20

Tab. 10: CO-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gg]

Verursacher	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Energieversorgung	15,90	14,78	6,06	2,50	1,84	1,50	1,69	2,32	2,26	2,46	1,88	2,43	2,71	3,12	3,33	4,15	4,17
Kleinverbraucher	578,71	650,36	493,67	533,60	489,38	467,56	431,83	442,40	462,81	418,83	401,08	398,70	367,27	388,17	353,22	369,15	356,24
Industrie	356,01	391,63	282,96	254,37	298,92	310,35	324,04	248,82	267,65	271,16	252,78	227,89	210,94	183,99	177,50	191,13	197,22
Verkehr	790,74	608,35	426,58	438,89	395,31	363,21	333,34	305,77	277,78	251,64	249,34	224,60	207,71	197,85	195,20	188,68	175,35
Landwirtschaft	31,13	36,28	1,20	1,19	1,13	1,12	1,17	1,18	1,16	1,24	1,20	1,24	1,15	1,22	1,22	1,12	1,74
Sonstige	10,74	10,74	11,37	11,34	11,01	10,85	10,26	9,70	9,18	8,74	8,42	8,07	7,73	7,41	7,28	7,36	7,45
Gesamt (anthropogen)	1.783,23	1.712,14	1.221,85	1.241,89	1.197,59	1.154,59	1.102,34	1.010,19	1.020,84	954,07	914,71	862,92	797,50	781,76	737,74	761,59	742,17

Tab. 11: NH₃-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gg]

Verursacher	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Energieversorgung	0,26	0,17	0,19	0,20	0,19	0,22	0,22	0,21	0,24	0,24	0,26	0,23	0,21	0,23	0,23	0,27	0,28
Kleinverbraucher	0,58	0,68	0,63	0,69	0,66	0,67	0,62	0,68	0,75	0,69	0,69	0,70	0,65	0,73	0,68	0,74	0,72
Industrie	0,67	0,59	0,49	0,74	0,59	0,46	0,43	0,35	0,34	0,40	0,36	0,39	0,34	0,34	0,31	0,35	0,31
Verkehr	0,20	0,18	0,98	1,36	1,60	1,80	1,92	1,91	1,84	1,75	1,81	1,68	1,59	1,52	1,52	1,45	1,31
Landwirtschaft	61,96	65,01	65,98	66,65	64,28	64,23	65,11	66,64	64,78	64,96	64,92	63,59	62,09	61,82	60,73	61,26	60,50
Sonstige	0,01	0,01	0,38	0,39	0,45	0,54	0,62	0,64	0,67	0,65	0,67	0,71	0,70	0,70	0,70	0,72	0,72
Gesamt (anthropogen)	63,67	66,63	68,65	70,03	67,76	67,93	68,92	70,43	68,62	68,69	68,71	67,31	65,58	65,34	64,17	64,80	63,84

Tab. 12: Cd-Emissionen in Tonnen [Mg]

Verursacher	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Energieversorgung	1,07	0,85	0,45	0,25	0,18	0,15	0,16	0,15	0,17	0,17	0,14	0,16	0,17	0,17	0,18	0,17	0,20	0,23	0,23	0,24
Kleinverbraucher	0,53	0,50	0,50	0,44	0,42	0,41	0,44	0,40	0,37	0,34	0,35	0,38	0,35	0,33	0,35	0,32	0,35	0,31	0,34	0,37
Industrie	1,21	1,09	1,03	1,04	0,96	0,84	0,75	0,59	0,52	0,46	0,38	0,35	0,36	0,31	0,34	0,34	0,33	0,34	0,36	0,36
Verkehr	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Landwirtschaft	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	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
Sonstige	0,14	0,12	0,11	0,08	0,06	0,06	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt (anthropogen)	3,03	2,65	2,17	1,90	1,71	1,53	1,47	1,22	1,14	1,04	0,94	0,96	0,95	0,89	0,95	0,91	0,95	0,96	1,02	1,05



Tab. 13: Hg-Emissionen in Tonnen [Mg]

Verursacher	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Energieversorgung	0,97	0,75	0,45	0,28	0,25	0,34	0,35	0,23	0,20	0,18	0,20	0,19	0,20	0,16	0,18	0,21	0,23	0,21	0,24	0,21
Kleinverbraucher	0,61	0,58	0,57	0,48	0,44	0,42	0,47	0,41	0,37	0,33	0,33	0,33	0,29	0,26	0,26	0,24	0,24	0,21	0,23	0,22
Industrie	2,07	1,89	1,74	1,61	1,48	1,33	1,17	0,97	0,80	0,64	0,65	0,61	0,64	0,51	0,48	0,44	0,47	0,49	0,49	0,50
Verkehr	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
Landwirtschaft	0,01	0,01	0,01	0,01	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
Sonstige	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Gesamt (anthropogen)	3,74	3,32	2,84	2,45	2,24	2,14	2,04	1,64	1,39	1,18	1,20	1,16	1,14	0,95	0,93	0,89	0,95	0,93	0,97	0,94

Tab. 14: Pb-Emissionen in Tonnen [Mg]

Verursacher	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Energieversorgung	11,24	8,92	4,22	1,91	1,35	1,10	1,17	0,97	0,85	0,79	0,75	0,91	0,97	0,89	0,88	1,10	1,31	1,40	1,68	1,67	
Kleinverbraucher	9,67	9,38	9,28	8,41	8,00	7,71	7,42	6,35	5,36	4,42	3,43	3,58	3,12	2,89	2,93	2,71	2,79	2,49	2,68	2,67	
Industrie	76,59	65,30	60,96	57,74	50,83	41,88	36,78	26,70	22,57	19,14	11,82	10,94	10,38	9,14	8,65	8,05	7,90	8,33	8,44	8,62	
Verkehr	223,05	223,79	222,62	201,28	177,24	155,03	124,93	84,71	56,54	34,72	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Landwirtschaft	0,23	0,21	0,22	0,24	0,23	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Sonstige	5,91	5,33	4,76	2,66	1,71	1,08	0,84	0,55	0,43	0,31	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Gesamt (anthropogen)	326,70	312,94	302,05	272,23	239,36	206,82	171,15	119,29	85,76	59,39	16,08	15,50	14,55	12,99	12,54	11,93	12,07	12,30	12,88	13,03	



Tab. 15: PAK-Emissionen in Tonnen [Mg]

Verursacher	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Energieversorgung	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	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Kleinverbraucher	10,98	10,29	10,09	8,94	8,48	8,51	9,30	8,39	8,29	7,43	7,86	8,43	7,53	7,03	6,89	6,13	6,79	6,05	6,49	6,55	
Industrie	7,98	7,91	8,01	7,57	7,68	7,56	7,31	3,72	0,65	0,72	0,62	1,03	0,61	0,54	0,41	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35	
Verkehr	0,86	0,88	0,88	0,88	0,85	0,78	0,84	0,80	0,81	0,79	0,81	0,97	0,88	1,02	0,99	1,09	1,18	1,32	1,45	1,52	
Landwirtschaft	7,07	7,06	7,06	7,06	7,06	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,30
Sonstige	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,11	0,07	0,06	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt (anthropogen)	27,04	26,30	26,20	24,61	24,23	17,25	17,84	13,28	10,08	9,25	9,58	10,68	9,27	8,84	8,53	7,80	8,56	7,97	8,55	8,74	



Tab. 16: Emissionen von Dioxinen in Gramm [g]

Verursacher	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Energieversorgung	2,98	2,97	3,01	1,08	1,09	0,82	0,85	1,04	0,27	0,29	0,33	0,37	0,39	0,40	0,44	0,54	0,59	0,64	0,79	0,76
Kleinverbraucher	59,07	55,53	54,99	48,62	45,91	45,06	49,48	44,88	42,40	37,91	39,46	41,80	36,87	34,15	33,59	30,09	32,66	29,00	31,07	31,25
Industrie	93,96	95,27	103,55	97,01	91,60	91,01	61,88	26,45	20,81	15,15	16,04	15,23	20,38	19,38	16,83	17,92	17,58	7,42	7,14	7,22
Verkehr	4,77	4,85	4,87	4,46	3,98	3,54	3,45	2,92	2,56	2,22	1,94	1,80	1,51	1,50	1,28	1,23	1,21	1,23	1,25	1,22
Landwirtschaft	5,05	5,05	5,05	5,05	5,05	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,22
Sonstige	21,09	22,09	16,13	16,54	16,35	19,25	18,79	0,55	0,24	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Gesamt (anthropogen)	186,92	185,77	187,59	172,76	163,97	159,85	134,63	76,02	66,46	55,82	58,02	59,46	59,40	55,67	52,40	50,02	52,28	38,53	40,50	40,74

Tab. 17: HCB-Emissionen in Kilogramm [kg]

Verursacher	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Energieversorgung	0,30	0,30	0,30	0,16	0,17	0,21	0,23	0,25	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,21	0,26	0,27	0,27	0,28	0,30	0,29
Kleinverbraucher	67,37	63,78	63,64	56,52	54,12	53,83	59,47	54,08	51,32	45,91	48,09	51,09	45,11	42,12	41,53	37,27	40,84	36,09	38,63	39,12
Industrie	27,72	28,28	31,14	30,10	28,53	27,17	17,04	6,56	4,98	3,76	3,97	3,77	5,98	5,77	3,94	4,20	4,13	4,34	4,35	4,44
Verkehr	0,96	0,97	0,98	0,89	0,80	0,71	0,69	0,58	0,51	0,44	0,39	0,36	0,30	0,30	0,26	0,25	0,24	0,25	0,25	0,25
Landwirtschaft	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
Sonstige	8,82	9,23	9,22	8,92	9,86	9,45	6,67	7,60	6,52	1,27	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Gesamt (anthropogen)	106,18	103,57	106,29	97,61	94,48	91,40	84,13	69,10	63,56	51,61	52,70	55,48	51,67	48,47	46,04	42,04	45,54	41,01	43,58	44,16

Tab. 18: TSP-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gg]

Verursacher	1990	1995	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Energieversorgung	1,63	1,38	1,21	1,23	1,44	1,42	1,69	1,67
Kleinverbraucher	13,37	12,26	11,68	10,69	11,37	10,55	10,94	10,92
Industrie	27,77	28,28	31,57	30,34	29,89	31,60	30,98	30,62
Verkehr	13,76	15,73	16,37	16,67	16,98	17,36	17,76	17,76
Landwirtschaft	33,12	28,70	31,29	28,56	30,55	30,03	27,76	33,39
Sonstige	0,17	0,18	0,08	0,11	0,11	0,12	0,14	0,15
Gesamt (anthropogen)	89,81	86,52	92,20	87,60	90,34	91,08	89,27	94,51



Tab. 19: PM10-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gg]

Verursacher	1990	1995	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Energieversorgung	1,23	1,03	0,90	0,88	1,06	1,04	1,28	1,28
Kleinverbraucher	12,32	11,29	10,79	9,88	10,50	9,76	10,10	10,07
Industrie	16,86	15,94	17,47	16,74	16,52	17,33	16,94	16,57
Verkehr	7,01	8,21	8,32	8,52	8,75	8,97	9,28	9,24
Landwirtschaft	9,22	8,44	9,40	8,19	8,70	8,56	8,36	9,49
Sonstige	0,08	0,09	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07
Gesamt (anthropogen)	46,71	45,00	46,91	44,26	45,59	45,71	46,03	46,72

Tab. 20: PM_{2,5}-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gg]

Verursacher	1990	1995	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Energieversorgung	0,87	0,73	0,63	0,61	0,75	0,73	0,91	0,92
Kleinverbraucher	11,26	10,33	9,90	9,07	9,62	8,96	9,26	9,22
Industrie	8,43	7,30	7,71	7,31	7,23	7,43	7,21	6,87
Verkehr	5,64	6,71	6,73	6,91	7,13	7,32	7,61	7,57
Landwirtschaft	2,24	2,01	2,17	1,97	2,07	2,04	1,94	2,23
Sonstige	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Gesamt (anthropogen)	28,47	27,11	27,16	25,88	26,82	26,49	26,95	26,84

Tab. 21: Emissionen der Versauerung in 1.000 Tonnen Versauerungsäquivalenten [Gg]

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Energieversorgung	0,89	0,90	0,65	0,65	0,53	0,60	0,54	0,56	0,48	0,48	0,48	0,54	0,53	0,59	0,59
Kleinverbraucher	1,89	1,77	1,64	1,51	1,42	1,40	1,48	1,31	1,25	1,27	1,16	1,23	1,15	1,20	1,13
Industrie	1,73	1,73	1,44	1,39	1,38	1,30	1,33	1,48	1,36	1,24	1,19	1,17	1,23	1,19	1,12
Verkehr	2,40	2,71	2,59	2,58	2,44	2,40	2,72	2,30	2,68	2,43	2,62	2,76	2,92	3,10	3,03
Landwirtschaft	4,01	4,06	3,91	3,90	3,96	4,05	3,94	3,95	3,95	3,86	3,77	3,76	3,69	3,72	3,67
Sonstige	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Gesamt (anthropogen)	10,95	11,19	10,26	10,07	9,77	9,79	10,04	9,63	9,76	9,33	9,27	9,50	9,57	9,85	9,58

