



EMISSIONSTRENDS

1990–2005

Ein Überblick über die österreichischen
Verursacher von Luftschadstoffen
(Datenstand 2007)

REPORT
REP-0101

Wien, 2007



Projektleitung

Michael Anderl

AutorInnen

Michael Anderl
Marion Gangl
Elisabeth Kappel
Traute Köther
Verena Lorenz-Meyer
Barbara Muik
Barbara Schodl
Stephan Poupa
Daniela Wappel

Satz/Layout

Ute Kutschera

Lektorat

Petra Wiener

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

Impressum

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

Eigenvervielfältigung

Gedruckt auf Recyclingpapier

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2007

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 3-85457-899-7



VORWORT

Der vorliegende Bericht präsentiert die neuesten Ergebnisse der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI) im Überblick. Es werden Trends und Ursachen der österreichischen Emissionen diskutiert und mit national und international vereinbarten Reduktionszielen verglichen.

Der Beitrag der einzelnen Luftschadstoffe zu den verschiedenen Umweltproblemen wird in den Kapiteln Treibhausgase, Ozonvorläufersubstanzen sowie Versauerung und Eutrophierung beschrieben. Die Schadstoffe Staub, Schwermetalle und persistente organische Verbindungen werden als eigene Gruppen behandelt. Anschließend wird ein Überblick über die Emissionstrends der sechs Verursachersektoren (Energieversorgung, Kleinverbrauch, Industrie, Verkehr, Landwirtschaft und Sonstige) gegeben. In Kapitel 9 sind Österreichs Emissionen im internationalen Vergleich dargestellt.

Die Beschreibung der Emissionstrends beginnt mit dem in verschiedenen Berichtspflichten und Gesetzen festgelegten Basisjahr 1990.

Der Bericht wendet sich sowohl an die interessierte Öffentlichkeit als auch an EmissionsexpertInnen. Im Anhang sind die Daten zu den Grafiken tabellarisch aufgelistet, im Kapitel 1 und im Literaturverzeichnis sind weiterführende Informationen über Methodik und Daten zu finden. Darüber hinaus wird vom Umweltbundesamt jährlich eine detaillierte Methodikbeschreibung in Form zweier Berichte (Austria's National Inventory Report und Austria's Informative Inventory Report) publiziert, zu finden unter <http://www.umweltbundesamt.at/emiberichte>.

Datengrundlage

Datengrundlage für diesen Bericht ist die Österreichische Luftschadstoff-Inventur (OLI), die im Rahmen der Umweltkontrolle jährlich vom Umweltbundesamt erstellt wird.

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: März 2007.

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

⁴ Nomenclature For Reporting: Berichtsformat der UNECE



und UNFCCC⁵ – Berichtspflicht für Treibhausgase; Berichtsformat: CRF⁶). Dadurch ist eine Vergleichbarkeit der Daten mit aktuellen Berichten auf nationaler als 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.

⁵ United Nations Framework Convention on Climate Change: Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen

⁶ Common Reporting Format: Berichtsformat der UNFCCC



INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT	3
INHALTSVERZEICHNIS	5
ZUSAMMENFASSUNG	7
1 GRUNDLAGEN DER INVENTUR	10
1.1 Berichtswesen	10
1.2 Akkreditierte Überwachungsstelle	11
1.3 Emissionsermittlung	12
1.4 Erfasste Luftemissionen	12
1.5 Verursachersektoren	15
2 TREIBHAUSGASE	17
2.1 Emissionstrend 1990–2005	19
2.2 Aktuelle Entwicklung 2004–2005	21
2.3 Entwicklung nach Sektoren	21
2.4 Entwicklung nach Gasen	24
2.4.1 Kohlendioxid (CO ₂)	26
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)	49
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	EMISSIONEN NACH SEKTOREN	75
8.1	Energieversorgung	75
8.2	Kleinverbrauch	79
8.3	Industrie	84
8.4	Verkehr	87
8.5	Landwirtschaft	93
8.6	Sonstige	96
9	ÖSTERREICHS EMISSIONEN IM INTERNATIONALEN VERGLEICH	101
9.1	Treibhausgase	101
9.2	Stickoxide (NO _x)	103
9.3	Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC)	104
9.4	Schwefeldioxid (SO ₂)	106
9.5	Ammoniak (NH ₃)	107
10	LITERATURVERZEICHNIS	109
	EMISSIONSTABELLEN	112

ZUSAMMENFASSUNG

Die folgende Zusammenfassung gibt einen Überblick über die Entwicklung der Luftemissionen in Österreich.

Treibhausgase

Kapitel 2 berücksichtigt die vom Menschen verursachten (anthropogenen) Emissionen von Treibhausgasen entsprechend ihrem unterschiedlichen Treibhauspotenzial.

- Die Treibhausgasemissionen Österreichs betragen im Jahr 2005 93,3 Millionen Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente und waren somit um 2,3 % höher als im Vorjahr und um 18 % höher als im Basisjahr 1990. Sie lagen um 35,6 % über dem Kyoto-Ziel.
- Die Emissionen von Kohlendioxid (CO₂) waren im Jahr 2005 mit einem Anteil von 85,4 % hauptverantwortlich für die hohe Summe an Treibhausgasen. Zwischen 1990 und 2005 stiegen die CO₂-Emissionen um 28,6 % an. Von 2004 auf 2005 ist eine Zunahme um 3,3 % zu verzeichnen.
- Methan (CH₄) ist das zweitwichtigste Treibhausgas mit einem Anteil von 7,6 % an den gesamten treibhauswirksamen Gasen im Jahr 2005. Die CH₄-Emissionen konnten von 1990 bis 2005 um 23,1 % gesenkt werden. Auch 2004 auf 2005 kam es zu einer Abnahme um 2,3 %.
- Lachgas (N₂O) verursachte im Jahr 2005 5,6 % aller Treibhausgasemissionen Österreichs. Die N₂O-Emissionen lagen somit im Jahr 2005 um 17,1 % unter dem Wert von 1990. Von 2004 auf 2005 ist eine Reduktion um 0,6 % zu verzeichnen.
- Im Jahr 2005 setzten sich die fluorierten Gase (F-Gase) aus 69 % teilfluorierten (HFKW) und 9 % vollfluorierten Kohlenwasserstoffen (FKW) sowie 22 % Schwefelhexafluorid (SF₆) zusammen, ihr Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen lag bei 1,4 %. Von 1990 bis 2005 ist die Summe der F-Gase um 18 % gesunken. 2005 wurden gegenüber 2004 um 13,8 % weniger fluorierte Gase emittiert.

Ozonvorläufersubstanzen

Kapitel 3 behandelt die Emissionstrends der Ozonvorläufersubstanzen sowie einen Vergleich mit den Reduktionszielen.

- Die Gesamtemissionsmenge an Stickoxiden (NO_x) hat von 1990 bis 2005 um insgesamt 7 % zugenommen, wobei im Jahr 2005 annähernd gleich viel Stickoxid emittiert wurde wie 2004.
- Auch bei Abzug der Emissionen aus dem preisbedingten Kraftstoffexport⁷ wird sowohl das Reduktionsziel des Ozongesetzes für 2006 sowie die Emissionshöchstmenge 2010 gemäß Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L) mit rund 159.000 Tonnen NO_x im Jahr 2005 noch deutlich überschritten. Die im Ozongesetz für 1996 und 2001 festgesetzten Reduktionsziele konnten ebenfalls nicht erreicht werden (vgl. Kapitel 3.1).
- Von 1990 bis 2005 konnten die NMVOC-Emissionen (Kohlenwasserstoffe ohne Methan) um rund 46 % reduziert werden. Der überwiegende Teil der Reduktion

⁷ Kraftstoffe, die in Österreich getankt, jedoch im Ausland verbraucht werden.

gelang in der ersten Hälfte der 90er Jahre. Von 2004 auf 2005 ist ein Absenken der NMVOC-Emissionen um 2 % zu verzeichnen.

- Die vorliegende Inventur zeigt, dass das Minderungsziel gemäß Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L) mit rund 150.000 Tonnen NMVOC-Emissionen im Jahr 2005 (ohne preisbedingten Kraftstoffexport) erreicht wurde. Das im Ozongesetz festgelegte Ziel einer Reduktion um 40 % bis 1996 konnte ebenfalls erreicht werden, die für 2001 vorgesehene Minderung um insgesamt 60 % wurde jedoch verfehlt.
- Die CO-Emissionen (Kohlenmonoxid) konnten von 1990 bis 2005 um 41 % reduziert werden. Im Jahr 2005 wurde um rund 2 % weniger Kohlenmonoxid emittiert als im Vorjahr.

Versauerung und Eutrophierung

Im Jahr 2005 setzte sich die Summe der versauernd wirkenden Luftschadstoffe aus 51,6 % Stickoxiden, 39,7 % Ammoniak, und 8,7 % Schwefeldioxid zusammen (vgl. Kapitel 4.2).

- Die größte Reduktion der versauernd wirkenden Luftschadstoffe konnte in den 80er Jahren erzielt werden. Von 1990 bis 2005 wurde eine weitere Abnahme um 14 % erreicht.
- Die NO_x-Emissionen (Stickoxide) nahmen von 1990 bis 2005 um insgesamt 7 % zu (siehe oben Ozonvorläufersubstanzen).
- In den letzten zwei Jahrzehnten kam es zu einem starken Rückgang der SO₂-Emissionen Österreichs. Von 1990 bis 2005 konnten die Emissionen um 64 % reduziert werden, von 2004 auf 2005 betrug die SO₂-Reduktion 3 %. Somit lagen die Emissionen im Jahr 2005 bereits deutlich unter der laut Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L) für das Jahr 2010 vorgesehenen Höchstmenge.
- Die Ammoniakemissionen (NH₃) haben von 1990 bis 2005 um insgesamt 7 % abgenommen. Von 2004 auf 2005 blieben die Emissionen annähernd konstant und lagen somit knapp unter der im EG-L für das Jahr 2010 festgesetzten Emissionshöchstmenge.

Staub

Kapitel 5 zeigt den Emissionstrend für Gesamtschwebstaub (TSP), Feinstaub (PM₁₀) und feine Partikel (PM_{2,5}).

- Von 1990 bis 2005 sind die TSP-Emissionen Österreichs annähernd gleich geblieben. Sie machten 2005 rund 91.000 Tonnen aus. Für den Zeitraum 2004 auf 2005 wurde ein Rückgang um 3 % ermittelt.
- Die PM₁₀-Emissionen haben von 1990 bis 2005 um 4 % abgenommen. 2005 ist im Vergleich zu Vorjahr ebenfalls ein leichter Rückgang um 2 % zu verzeichnen.
- Bei den PM_{2,5}-Emissionen konnte von 1990 bis 2005 ein Rückgang um 9 % verzeichnet werden. Auch von 2004 auf 2005 kam es zu einer leichten Abnahme um 2 %.

Anzumerken ist, dass mit der Abschätzung von Staubemissionen erhebliche Unsicherheiten (insbesondere bei den diffusen Quellen) einhergehen und weiterer Forschungsbedarf besteht. Derzeit erfolgt eine Überarbeitung und Aktualisierung der Emissionsinventur für Staub. Die Ergebnisse werden in die nächste Inventur eingearbeitet und voraussichtlich 2008 publiziert.



Schwermetalle

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

- Von 1990 bis 2005 konnten die Emissionen von Cadmium (–31 %) und von Quecksilber (–54 %) auf je etwa eine Tonne reduziert werden. Die Pb-Emissionen nahmen um 93 % auf 13,5 Tonnen ab.

Persistente organische Verbindungen (POPs)

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

- Die PAK-Emissionen Österreichs konnten im Zeitraum von 1990 bis 2005 um 49 % reduziert werden, die Dioxinmissionen nahmen um 73 % ab und die HCB-Emissionen Österreichs verringerten sich um 50 %.

1 GRUNDLAGEN DER INVENTUR

In der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI) wird vom Umweltbundesamt jährlich der Ausstoß von Luftemissionen ermittelt. Die Ergebnisse dieser Inventur dienen als Datengrundlage zur Erfüllung der Emissionsberichtspflichten Österreichs. Der vorliegende Bericht präsentiert den Stand der Emissionsberechnungen vom März 2007. Abweichungen zu den Emissionsdaten früher publizierter Berichte entstehen durch den kontinuierlichen Verbesserungsprozess der Inventur (vgl. Kapitel 1.3). Die in diesem Bericht dargestellten Emissionsdaten ersetzen somit die publizierten Daten vorhergehender Berichte.

1.1 Berichtswesen

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. Innerhalb der EU erfolgt die Umsetzung dieser Übereinkommen durch die NEC-Richtlinie sowie die Entscheidung der Europäischen Kommission über den Monitoring-Mechanismus (vgl. Kapitel 2 und 3).

Zur Erfüllung dieser Emissionsberichtspflichten Österreichs werden vom Umweltbundesamt jährlich folgende Berichte erstellt:

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

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

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

*Tabelle 2:
Zusätzliche Berichte zu
den Luftemissionen.*

Bericht	Datum
Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich	März
Emissionstrends in Österreich	Mai
Bundesländer Luftschadstoff-Inventur	September

Die Berichte sind unter <http://www.umweltbundesamt.at/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 (United Nations Framework Convention on Climate Change, 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 VertreterInnen des Ministeriums für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) im September 2005 erbracht.



*Abbildung 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 2007a) – 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 CORINAIR⁸ 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 Umweltbundesamt zusammengefasst. Da der Aufwand für eine umfassende kontinuierliche Messung für die unzähligen verschiedenen Einzelquellen (Haushalte, Verkehr, ...) zu hoch wäre, greift die OLI auf verallgemeinerte Ergebnisse von Einzelmessungen (Emissionsfaktoren) zurück. Mit deren Hilfe sowie mit Rechenmodellen und statistischen Hilfsgrößen wird auf jährliche Emissionen umgerechnet. Bei den statistischen Hilfsgrößen handelt es sich zum überwiegenden Teil um den Energieverbrauch, der in der Energiebilanz als energetischer Endverbrauch bezeichnet wird (z. B. Benzinverbrauch). In allgemein gültiger Form werden diese Daten als Aktivitäten bezeichnet.

Aus Gründen der Transparenz wird für die Emissionsberechnungen im Rahmen der OLI auf publizierte Werte von Emissionsfaktoren und Aktivitäten zurückgegriffen (z. B. UMWELTBUNDESAMT 2004b, c). Falls solche Werte für bestimmte Emissionsfaktoren in Österreich nicht zur Verfügung stehen, wird auf international vorgegebene Werte aus den Kompendien der Berechnungsvorschriften (IPPC 1997, EEA 2005) zurückgegriffen. Ein Vorteil dieser international standardisierten Vorgehensweise ist u. a. die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den Ländern.

Emissionsfaktoren sowie Aktivitäten und Rechenmodelle sind 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.

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 unter <http://www.umweltbundesamt.at/emiberichte>.

1.4 Erfasste Luftemissionen

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

- direkte negative Auswirkungen erhöhter Emissionen auf die menschliche Gesundheit, die Umwelt sowie Sach- und Kulturgüter;
- der Treibhauseffekt (durch Emission von Treibhausgasen);
- die Bildung von bodennahem Ozon (aus Ozonvorläufersubstanzen);
- die Deposition von versauernd wirkenden Substanzen;

⁸ Core Inventory Air



- 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 Luftemissionen beteiligt sind:

Tabelle 3: In der OLI erfasste Luftemissionen und deren Zuordnung zu verschiedenen Umweltproblemen.

Emissionen	Bezeichnung	Direkte Auswirkungen	Treibhauseffekt	Ozonvorläufer-substanzen	Versauerung	Eutrophierung	Schwebstaub
SO ₂	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
NM VOC	Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan und ohne Substanzen, die im Montreal Protokoll geregelt werden	X ⁽¹⁾		X			X
CH ₄	Methan		X	X			
CO	Kohlenmonoxid	X		X			
CO ₂	Kohlendioxid		X				
N ₂ O	Distickstoffmonoxid (Lachgas)		X				
NH ₃	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				
SF ₆	Schwefelhexafluorid		X				
Staub	Staub (TSP, PM10, PM2,5)	X					X
HCB	Hexachlorbenzol	X					

⁽¹⁾ nur bestimmte Substanzen dieser Gruppe, z. B. Benzol





1.5 Verursachersektoren

Die Sektoreinteilung dieses Berichts leitet sich von den beiden standardisierten UN-Berichtsformaten⁹ NFR¹⁰ und CRF¹¹ ab. In den insgesamt sechs Verursachersektoren 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: Kleinverbrauch

Heizungsanlagen privater Haushalte, privater und öffentlicher DienstleisterInnen, 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,
fluorierte Gase der Industrie,
Off-Road-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 Stickstoffdünger.

6. Sektor: Sonstige

Abfallbehandlung und Lösungsmittelanwendung.

Ad 6. Abfall- und Abwasserbehandlung, Kompostierung (vorwiegend Methan-Emissionen):

Emissionen aus Mülldeponien,

⁹ 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.).

¹⁰ Nomenclature For Reporting: Berichtsformat der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen (UNECE)

¹¹ Common Reporting Format: Berichtsformat des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC)



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

Ad 6. Lösungsmittelanwendung (vorwiegend Emissionen von Kohlenwasserstoffen ohne Methan):

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. In diesem Bericht wird daher nicht näher auf sie 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.

Anzumerken ist, dass im Kyoto-Fortschrittsbericht (UMWELTBUNDESAMT 2007b) die sektorale Gliederung der Verursachermanalyse unmittelbar an das UNFCCC-Berichtsformat angelehnt ist. Dies erfolgt in Übereinstimmung mit der Klimastrategie, in welcher acht Maßnahmenbereiche festgelegt sind. Die Sektoreinteilung dieses Berichts hingegen dient der Trendanalyse sämtlicher Luftemissionen (Treibhausgase, klassische Luftschadstoffe, Schwermetalle, POPs, Staub) und wurde zur besseren Übersicht auf fünf Sektoren zusammengefasst. Als Datenbasis liegen aber beiden Berichten die gleichen nationalen Emissionsbilanzen in der Zeitreihe 1990–2005 im CRF- bzw. NFR-Berichtsformat zugrunde.



2 TREIBHAUSGASE

Treibhausgase beeinflussen die Energieflüsse in der Atmosphäre durch die Absorption von Infrarot-Strahlung. Im vierten von der UNO beauftragten Weltklimabericht (Fourth Assessment Report, AR4) werden mit einer Wahrscheinlichkeit von über 90 % die vom Menschen verursachten Treibhausgasemissionen als Ursache für den derzeitigen Klimawandel genannt (IPCC 2007).

Der Treibhauseffekt wird überwiegend von Kohlendioxid (CO₂) verursacht, aber auch Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) und fluorierte Gase (HFKW, FKW, SF₆)¹² tragen zur Änderung der globalen Strahlungsbilanz bei.

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. Am 28.2.1994 wurde das Übereinkommen von Österreich ratifiziert, am 21. März 1994 trat es 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 angeführten Vertragsparteien¹³ 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. Als Basisjahr gilt für die Treibhausgase CO₂, CH₄ und N₂O 1990; für HFKW, FKW und SF₆ kann 1990 oder 1995 gewählt werden. Die Europäische Union verpflichtete sich, 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

¹² Die fluorierten Gase HFKW (teilfluorierte Kohlenwasserstoffe), FKW (vollfluorierte Kohlenwasserstoffe), SF₆ (Schwefelhexafluorid) werden auch als F-Gase bezeichnet.

¹³ Unter „In Anlage I aufgeführte Vertragspartei“ wird eine Vertragspartei verstanden, 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.

von CO₂-Emissionen auf dem Gebiet der EU auf dem Niveau von 1990 bis zum Jahr 2000 zu kontrollieren. Mit dem Abschluss des Kyoto-Protokolls wurde der Monitoring Mechanism den neuen Bestimmungen angepasst (Entscheidung 1999/296/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 Mechanismus aufgenommen.

In der Entscheidung 280/2004/EG über ein System zur Überwachung der Treibhausgasemissionen in der Gemeinschaft und zur Umsetzung des Kyoto-Protokolls 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.

Ein Überblick über den Umsetzungsgrad der Maßnahmen und Instrumente zur Erreichung des Kyoto-Ziels in Österreich ist im Evaluierungsbericht zur Klimastrategie 2002 zu finden (ÖSTERREICHISCHE ENERGIEAGENTUR & UMWELTBUNDESAMT 2006). Der Bericht ist unter www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0021.pdf abrufbar.

Am 21. März 2007 wurde vom Ministerrat eine Anpassung der Klimastrategie Österreichs zur Erreichung des Kyoto-Ziels 2008–2012 beschlossen (LEBENSMINISTERIUM 2007). Die Klimastrategie 2007 soll die Erreichung des Kyoto-Ziels Österreichs vorantreiben und setzt dabei auf einen breit angelegten Maßnahmenmix. Dieser beruht im Wesentlichen auf den Säulen Industrie, Wohnbau, Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs und Zukauf von CO₂-Emissionszertifikaten aus dem Ausland bis zum Jahr 2012.

Die flexiblen Mechanismen des Kyoto-Protokolls

Im Kyoto-Protokoll sind flexible Mechanismen verankert, die den Handel mit Emissionsberechtigungen vorsehen. Diese Kyoto-Einheiten erlauben jeweils die Emission von einer Tonne Kohlendioxid-Äquivalent. Eine Vertragspartei, die ihre Emissionen über die jeweilige Verpflichtung hinaus reduziert hat, kann z. B. überschüssige Kyoto-Einheiten verkaufen. Diese verkauften Einheiten können von einem anderen Land zur Berechtigung zusätzlicher Emissionen genutzt werden. Weitere flexible Mechanismen des Kyoto-Protokolls betreffen Projekte des Joint Implementation (JI) und des Clean Development Mechanism (CDM). Bei JI- und CDM-Projekten werden Emissionsreduktionen aufgrund von Investitionen in einem anderen Industrieland (JI) oder in einem Entwicklungsland (CDM) dem Emissionskonto des Investorlandes gutgeschrieben.

2.1 Emissionstrend 1990–2005

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

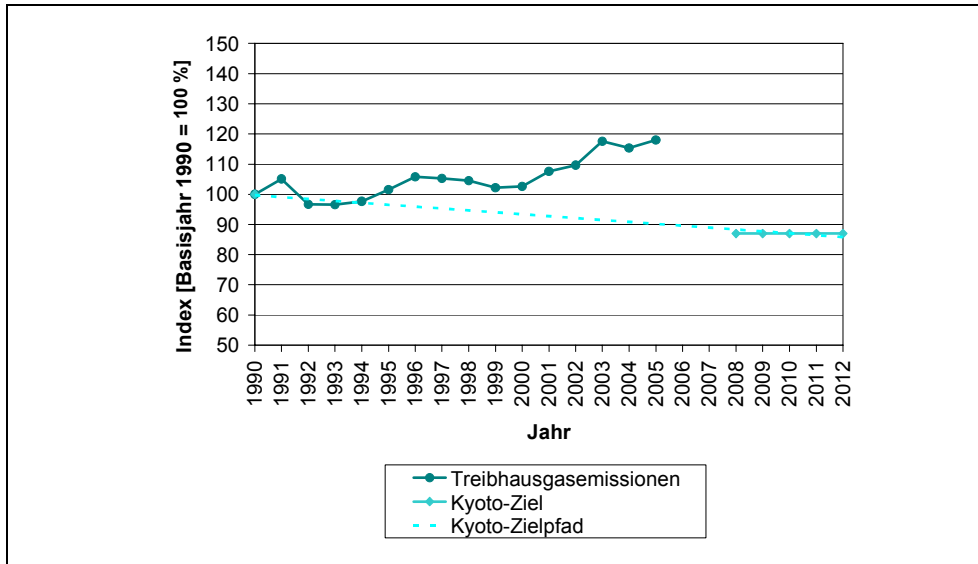


Abbildung 2:
Index-Verlauf der
österreichischen
Treibhausgasemissionen
im Vergleich zum Kyoto-
Ziel (siehe auch Kyoto-
Fortschrittsbericht,
UMWELTBUNDESAMT
2007b).

Die Treibhausgasemissionen Österreichs betragen im Jahr 2005 93,3 Millionen Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente und waren somit um 2,3 % höher als im Vorjahr und um 18,0 % höher als im Basisjahr 1990. Sie lagen um 35,6 % über dem Kyoto-Ziel.

In absoluten Zahlen lagen die Emissionen im Jahr 2005 um 14,2 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente über dem Basisjahr 1990 und um 24,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente über dem Kyoto-Ziel von 68,8 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente in den Jahren 2008 bis 2012.

In Tabelle 4 sind die anthropogenen Emissionen der Treibhausgase CO₂, CH₄, N₂O und der fluorierten Gase (F-Gase) entsprechend ihrem unterschiedlichen Treibhauspotenzial (GWP, Global Warming Potential)¹⁴ dargestellt.

¹⁴ Das 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).

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

Luftemissionen	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	F-Gase gesamt	Gesamt
Treibhausgas- potenzial (GWP)	1	21	310	140 bis 23.900	
Basisjahr (1990)	61,93	9,18	6,34	1,60	79,05
1991	65,48	9,15	6,68	1,79	83,10
1992	60,04	8,86	6,28	1,21	76,39
1993	60,41	8,83	6,11	1,00	76,36
1994	60,76	8,64	6,54	1,25	77,19
1995	63,66	8,52	6,64	1,48	80,29
1996	67,33	8,33	6,33	1,63	83,62
1997	67,15	8,06	6,35	1,64	83,20
1998	66,81	7,94	6,43	1,45	82,63
1999	65,34	7,76	6,36	1,29	80,75
2000	65,96	7,60	6,25	1,30	81,12
2001	70,04	7,49	6,11	1,41	85,06
2002	71,71	7,36	6,10	1,51	86,68
2003	77,97	7,37	6,05	1,56	92,95
2004	77,14	7,22	5,29	1,53	91,18
2005	79,65	7,06	5,26	1,32	93,28
Basisjahr bis 2005	+28,6 %	-23,1 %	-17,1 %	-18,0 %	+18,0 %
Anteile 2005	85,4 %	7,6 %	5,6 %	1,4 %	100 %

Seit 1990 ist der Ausstoß an Kohlendioxid in Österreich um 28,6 % gestiegen. Die CH₄-Emissionen konnten dagegen im selben Zeitraum um 23,1 %, die N₂O-Emissionen um 17,1 % und die Emissionen der F-Gase um 18,0 % reduziert werden.

Das Kohlendioxid war im Jahr 2005 mit einem Anteil von 85,4 % hauptverantwortlich für die hohe Summe an Treibhausgasen. Methan verursachte im selben Jahr 7,6 % der Treibhausgase, gefolgt von Lachgas mit 5,6 % und den F-Gasen mit insgesamt 1,4 %.

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 1990–2005 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 (vgl. Abbildung 4).

Die Emissionsspitze des Jahres 1991 sowie der Anstieg 1996 (vgl. Abbildung 2) 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.

2.2 Aktuelle Entwicklung 2004–2005

Im Jahr 2005 betrug die Treibhausgasemissionen Österreichs 93,3 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. Sie waren somit um 2,3 % höher als im vorangegangenen Jahr 2004.

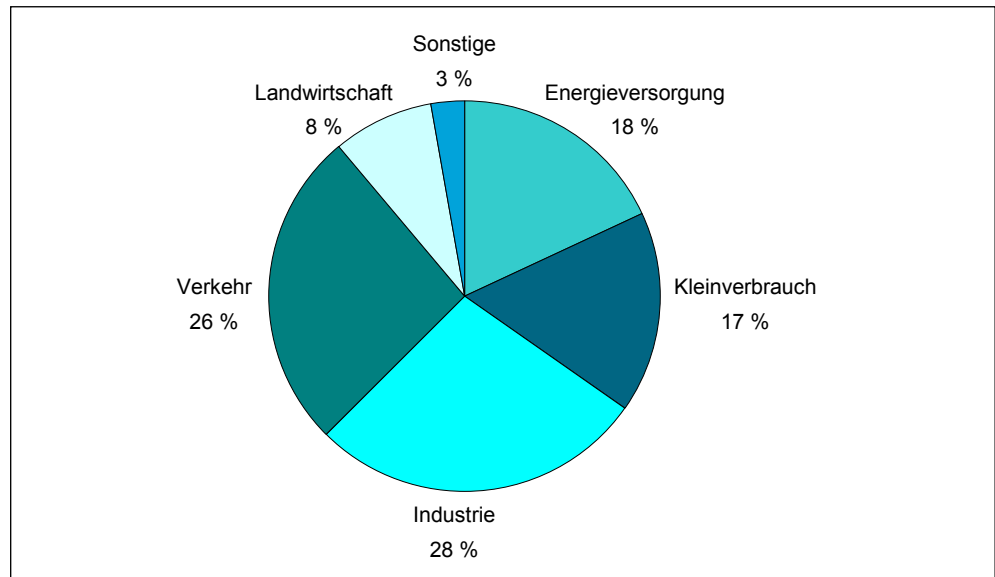
Die den Trend dominierenden CO₂-Emissionen nahmen von 2004 auf 2005 um 3,3 % zu. Die treibenden Kräfte für diesen Anstieg waren die CO₂-Emissionen aus dem Raumwärmesektor (erhöhter Heizungsbedarf aufgrund kalter Witterung), der vermehrten Produktion in der Eisen- und Stahlindustrie sowie dem Straßenverkehr. Die Methanemissionen gingen im Vergleich zu 2004 um 2,3 % zurück. Die Lachgasemissionen gingen im selben Zeitraum um 0,6 % zurück. Das In-Kraft-Treten der Industriegasverordnung 2002 (HFKW-FKW-SF₆-Verordnung), welche unter anderem den Einsatz von SF₆ als Füllgas in Schallschutzfenstern, Schuhen und Reifen verbietet, führte zusammen mit einem verringerten SF₆-Einsatz in der Halbleiterherstellung zu einer Abnahme der fluorierten Gase (von 2004 auf 2005: –13,8 %).

Die sektorale Betrachtung ergibt für den Kleinverbrauch im Vergleich zu 2004 einen Emissionsanstieg der Treibhausgase um 7,0 %. Im Sektor Verkehr kam es im gleichen Zeitraum zu einem Anstieg der Treibhausgasemissionen um 3,1 %; im Sektor Industrie betrug die Zunahme 2,9 %. Der größte Rückgang war 2005 mit –5,4 % bei der Gruppe der Sonstigen (bei den Treibhausgasen hauptsächlich verursacht von Methan aus Mülldeponien, vgl. Kapitel 2.3) zu verzeichnen. Im Bereich der Energieversorgung konnten die Treibhausgasemissionen um 1,3 % reduziert werden, in der Landwirtschaft konnte hingegen lediglich eine Abnahme um 0,4 % erreicht werden.

2.3 Entwicklung nach Sektoren

In folgender Abbildung sind die Anteile der sechs Verursachersektoren an den Treibhausgasemissionen Österreichs für das Jahr 2005 dargestellt.

Abbildung 3:
Anteile der Verursacher-
sektoren an den
Treibhausgasemissionen
in Österreich 2005.

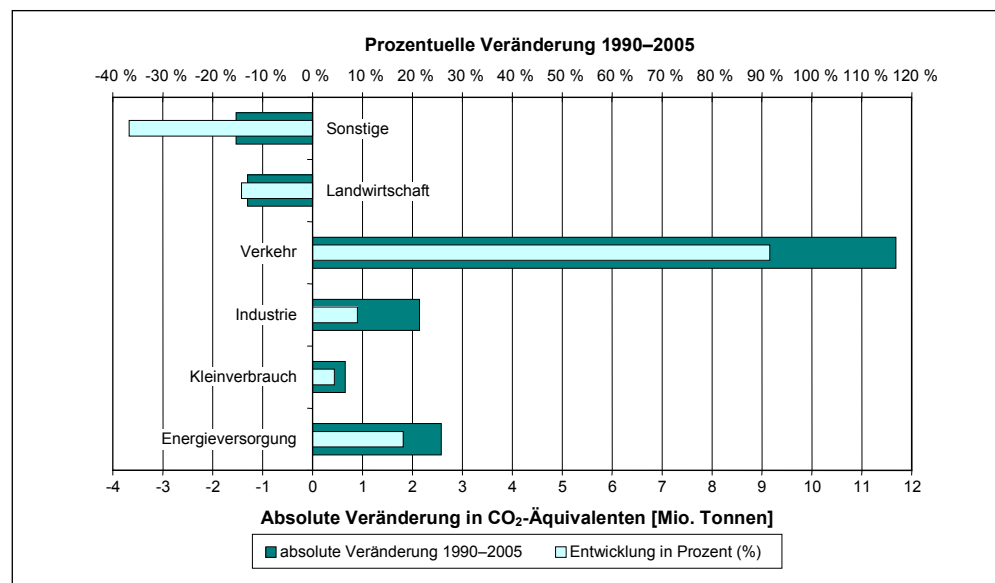


2005 lagen die Anteile der einzelnen Emittentengruppen an den gesamten Emissionen der Treibhausgase für den Sektor Industrie bei 28 %, für den Verkehr bei 26 %, für den Kleinverbrauch bei 17 %, für die Energieversorgung bei 18 % und für die Landwirtschaft bei 8 %. Die Gruppe der Sonstigen emittierte im selben Jahr 3 % der Klimagase, wobei es sich hier zum überwiegenden Teil um Methanemissionen aus Mülldeponien handelt.

Trends

In Abbildung 4 ist sowohl die absolute als auch die relative Veränderung des Treibhausgasausstoßes der sechs Sektoren von 1990 bis 2005 dargestellt.

Abbildung 4:
Veränderung des Treib-
hausgasausstoßes der
sechs Verursachersektoren
von 1990 bis 2005
(absolut in Millionen
Tonnen CO₂-Äquivalenten
und in Prozent).



Die Treibhausgasemissionen im Sektor Verkehr sind zwischen 1990 und 2005 um 92 % (11,7 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente) angestiegen. Es folgen der Energieversorgungssektor mit einem Zuwachs von 18 % (2,6 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente) und die Industrie mit einem Zuwachs von 9 % (2,1 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente). Die Treibhausgasemissionen des Sektors Kleinverbrauch sind von 1990 bis 2005 um 4 % (0,7 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente) gestiegen. Die Emissionen der Gruppe der Sonstigen sind im selben Zeitraum um 37 % (–1,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente) gesunken, jene der Landwirtschaft um 14 % (–1,3 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente).

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

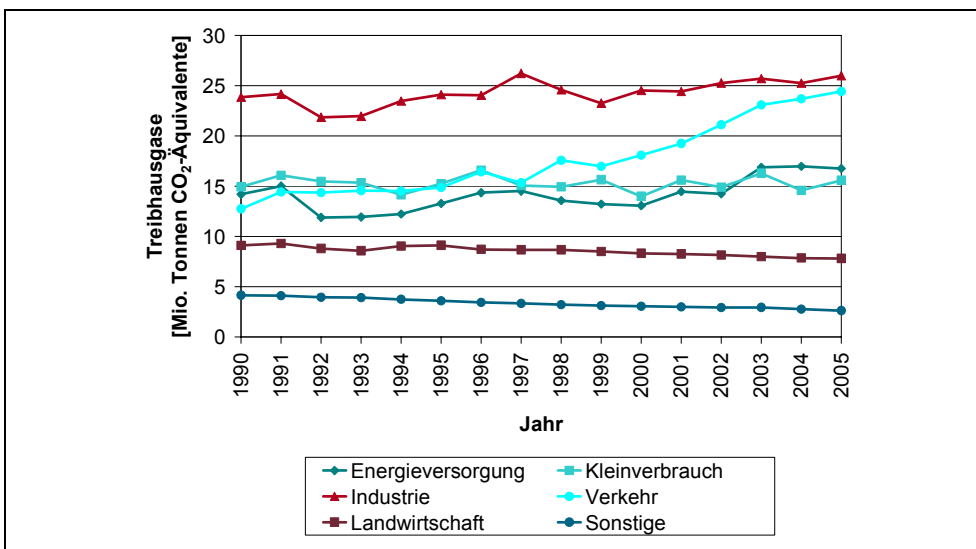


Abbildung 5:
Treibhausgasemissionen
nach Sektoren
1990–2005.

Ursachen

Die Treibhausgase des Verkehrssektors unterliegen den größten Steigerungsraten. Seit 1990 kam es zu einer Zunahme von 92 %. 1990 hatte der Sektor Verkehr einen Anteil von 16 % an den gesamten Treibhausgasemissionen, im Jahr 2005 hatte er bereits einen Anteil von 26 %. 99 % der Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors nahm 2005 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.

Ursachen für die ständig steigenden Emissionen aus dem Verkehr sind die gestiegenen Fahrleistungen auf Österreichs Straßen und der preisbedingte Kraftstoffexport aufgrund vergleichsweise niedriger Treibstoffpreise in Österreich. Da die Emissionsberechnungen auf dem in Österreich verkauften Treibstoff basieren, sind bei den Verkehrsemissionen auch jene Emissionen inkludiert, die aufgrund von in Österreich gekauften, aber im Ausland verfahrenen Treibstoff entstehen.

Basierend auf einer Studie (LEBENSMINISTERIUM 2005) wurde im Rahmen der Österreichischen Luftschadstoffinventur für den preisbedingten Kraftstoffexport des Jahres 2005 ein Anteil von 32 % an den Gesamtemissionen des Straßenverkehrs ermittelt. Der Anteil an den Emissionen aus Dieselmotoren beträgt demnach 39 % der Anteil an den Emissionen aus Benzin 28 %.

Die Treibhausgasemissionen der Energieversorgung bestanden 2005 zu 96 % aus CO₂ und zu 4 % aus Methan. Sie stiegen im Zeitraum von 1990 bis 2005 insgesamt um 18 % an. Der Anteil der Energieversorgung an den gesamten Treibhausgasemissionen blieb seit 1990 mit 18 % konstant. Wichtigster Verursacher dieses Sektors ist die Strom- und Wärmeproduktion in kalorischen Kraftwerken, insbesondere aufgrund des steigenden Stromverbrauches.

Die Treibhausgasemissionen aus dem Industriesektor sind seit 1990 um 9 % gestiegen. Der Anteil der Industrie an den gesamten österreichischen Treibhausgasemissionen dagegen verringerte sich um zwei Prozentpunkte auf 28 %. Die Treibhausgase der Industrie bestanden 2005 zu 93 % aus CO₂, zu 5 % aus F-Gasen und zu 2 % aus N₂O. Maßgeblich für den Anstieg war die Entwicklung der Kohlendioxidemissionen aus der Eisen- und Stahlerzeugung und aus dem Energieverbrauch der anderen Industriezweige.

Die Treibhausgasemissionen des Kleinverbrauchs nahmen im Zeitraum 1990 bis 2005 um 4 % zu. Ihr Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen nahm im selben Zeitraum um zwei Prozentpunkte auf 17 % ab. 96 % der Treibhausgasemissionen dieses Sektors waren 2005 CO₂ und je 2 % CH₄ und N₂O. Generell haben sich die Emissionen stark in Abhängigkeit von der Temperaturentwicklung und dem damit verbundenen Heizaufwand entwickelt. Einsparungen durch Effizienzsteigerungen im Bereich der Raumwärme von Haushalten wurden durch den Trend zu mehr und größeren Wohnungen je Einwohner weitgehend kompensiert. Erhöhungen der Emissionen sind unter anderem im Kleingewerbe, insbesondere den Dienstleistungen, zu verzeichnen. Etwa 11 % der Emissionen des Sektors Kleinverbrauch stammen von Offroad-Geräten, im Wesentlichen aus der Land- und Forstwirtschaft.

Die Treibhausgasemissionen des Landwirtschaftsbereiches sanken seit 1990 um 14 %. Sie bestanden im Jahr 2005 zu 53 % aus CH₄- und zu 47 % aus N₂O-Emissionen. Der Anteil der Landwirtschaft an den gesamten Treibhausgasemissionen Österreichs war im Jahr 2005 mit 8 % um vier Prozentpunkte niedriger als 1990. Rückläufige Viehbestandszahlen, der (damit einhergehende) verringerte Anfall von organischem Dünger und ein variierender Kunstdüngereinsatz sind die wesentlichsten Einflussgrößen der Emissionsentwicklung.

Die Treibhausgasemissionen der Gruppe der Sonstigen haben seit 1990 um 37 % abgenommen. Ihr Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen hat sich im selben Zeitraum von 5 % auf 3 % verringert. Sie setzten sich 2005 zu 74 % aus Methan, zu 19 % aus N₂O und zu 7 % aus CO₂ zusammen. Die laufend steigende Gaserfassungsrate bei Deponien, der Rückgang der deponierten Abfallmengen sowie die Reduktion des organischen Anteils im deponierten Restmüll stellen die bedeutendsten Reduktionsmaßnahmen der Methanemissionen dieses Sektors dar.

2.4 Entwicklung nach Gasen

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

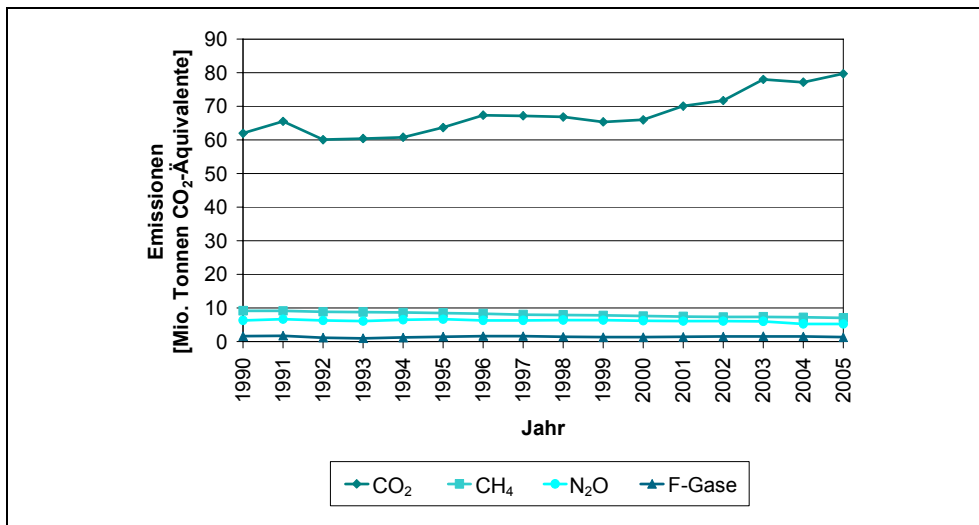


Abbildung 6:
Treibhausgasemissionen
nach Gasen
1990–2005.

CO₂-Emissionen: Sie sind Hauptverursacher des Treibhauseffektes und daher Trend bestimmend. Die anthropogenen CO₂-Emissionen stiegen zwischen 1990 und 2005 um 28,6 % (17,7 Millionen Tonnen) an, von 2004 auf 2005 kam es zu einer Zunahme um 3,3 %. In absoluten Zahlen stiegen die gesamten CO₂-Emissionen Österreichs somit auf 79,7 Millionen Tonnen im Jahr 2005 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 Heizaufwand,
- Energieverbrauch, Energieträgermix und Energieeffizienz,
- Strukturveränderungen in der Wirtschaft und im Konsumverhalten,
- Entwicklung der Verkehrsleistung im Straßenverkehr.

CH₄-Emissionen: Die CH₄-Emissionen konnten von 1990 bis 2005 um 2,1 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente (–23,1 %) gesenkt werden. Sie hatten 2005 einen Anteil von 7,6 % an den gesamten Treibhausgasemissionen. Hauptverantwortlich für die Reduktionen waren der Rückgang des jährlich deponierten Abfalls (vor allem Anfang der 90er Jahre und später, ab 2004, durch die Bestimmungen der Deponieverordnung), der sinkende Anteil an organischem Material im Restmüll, der erhöhte Deponiegaseraffassungsgrad sowie die sinkenden Rinderzahlen im Landwirtschaft.

N₂O-Emissionen: Die N₂O-Emissionen lagen 2005 um 17,1 % (–1,1 Million Tonnen CO₂-Äquivalente) unter dem Wert von 1990 und machten 5,6 % aller Treibhausgasemissionen aus. Hauptverantwortlich für den Rückgang der N₂O-Emissionen seit 1990 waren Emissionsreduktionsmaßnahmen in der chemischen Industrie, der sinkende Mineraleinsatz und der geringere Gülleeinsatz in der Landwirtschaft aufgrund sinkender Rinderzahlen. Im Jahr 2005 war der Landwirtschaftssektor mit einem Anteil von 70 % größter N₂O-Emittent.

F-Gase: Die Gruppe der fluorierten Gase (HFKW, FKW und SF₆) machen zusammen 1,4 % aller Treibhausgase aus. Seit dem Basisjahr 1990 sind sie um 18,0 % gesunken. Das In-Kraft-Treten der Industriegasverordnung 2002, welche unter anderem den Einsatz von SF₆ als Füllgas in Schallschutzfenstern, Schuhen und Reifen verbietet, führte zu einer Abnahme der fluorierten Gase von 2004 auf 2005 um 13,8 %.

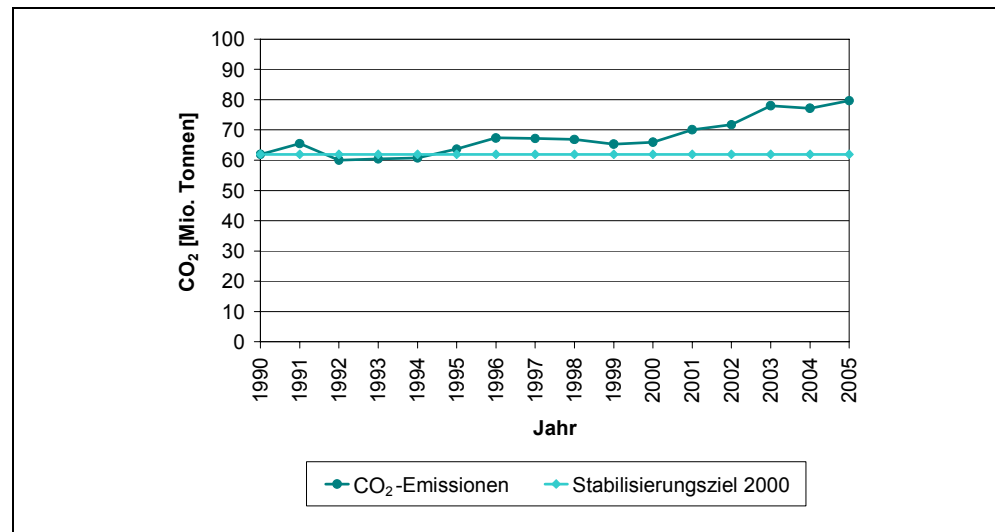
2.4.1 Kohlendioxid (CO₂)

CO₂ entsteht überwiegend durch Verbrennung fossiler Brennstoffe wie Erdgas, Erdöl und Kohle. Die CO₂-Emissionen sind somit, im Gegensatz zu anderen Luftemissionen, wo bei der Emissionsermittlung technologische Aspekte der Verbrennung eine wesentliche Rolle spielen, primär vom Brennstoffeinsatz (Brennstoffart und Brennstoffmenge) abhängig. Revisionen in den Energiebilanzen von Statistik Austria wirken sich daher deutlich auf die ermittelten CO₂-Emissionen aus.

Trend

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

Abbildung 7:
CO₂-Emissionen 1990
bis 2005 und
Stabilisierungsziel für
das Jahr 2000.



Im Jahr 2005 wurden in Österreich 79,7 Millionen Tonnen CO₂ emittiert und damit um 17,7 Millionen Tonnen (28,6 %) mehr als im Kyoto-Basisjahr 1990.

Das Ziel, 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).

Abbildung 7).

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

Nach leichten Reduktionen bis zum Jahr 1999 kam es 2001 erneut zu einem beachtlichen Zuwachs. Hauptverursacher waren die öffentlichen Strom- und Fernwärme-kraftwerke, die 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 leicht ab. 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 Heizgradtage¹⁵ sowie der erhöhte Einsatz von Biomasse.

Im Jahr 2005 wurde um 3,3 % mehr Kohlendioxid emittiert als 2004, dies ist auf einen Anstieg der Stahlproduktion, auf eine Zunahme der Heizgradtage und auf den Sektor Verkehr (gestiegene Fahrleistungen und erhöhte Menge an verkauften Kraftstoffen) zurückzuführen.

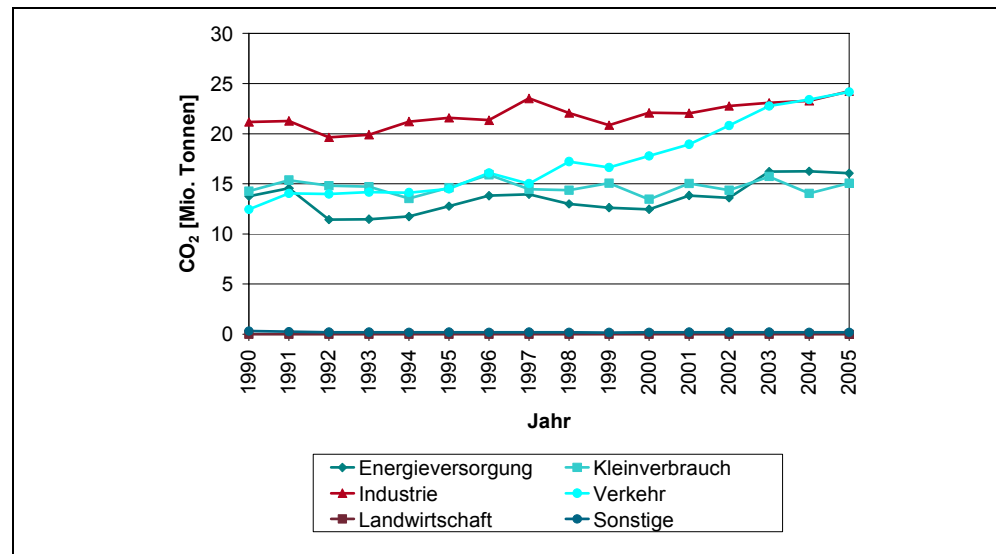
Hauptverursacher

Die Sektoren Industrie und Verkehr sind im Jahr 2005 mit 30,4 % bzw. 30,3 % die beiden größten CO₂-Emittenten Österreichs. Der Sektor Energieversorgung verursachte im selben Jahr 20,1 %, der Sektor Kleinverbrauch 18,9 % und der Sektor Sonstige 0,2 % der gesamten CO₂-Emissionen. Der Sektor Landwirtschaft verursacht keine anthropogenen CO₂-Emissionen, da der Betrieb von Geräten und die Raumheizung im Sektor Kleinverbrauch enthalten sind.

In folgender Abbildung sind für jeden Verursachersektor die CO₂-Emissionstrends dargestellt.

¹⁵ Zur Bestimmung der Heizgradtage wird die mittlere Tagestemperatur betrachtet. Liegt diese tiefer als 12°C, fallen an diesem Tag Heizgradtage an: Von der normierten Raumtemperatur von 20°C wird die durchschnittliche Außentemperatur abgezogen, die Differenz sind die Heizgradtage. Ein Beispiel: An einem Wintertag ist es draußen im Durchschnitt 1°C kühl. Weil die Differenz zur Norm-Innentemperatur von 20°C somit 19°C beträgt, fallen an diesem Tag 19 Heizgradtage an.

Abbildung 8:
CO₂-Emissionstrend
nach Sektoren
1990–2005.



Die CO₂-Emissionen aus Österreichs Industrie, dem größten Verursacher im Jahr 2005, sind gegenüber dem Vorjahr um 4,1 % angestiegen. Seit 1990 kam es insgesamt zu einer Zunahme um 15 %.

Der zweite Hauptverursacher der CO₂-Emissionen ist der Verkehr, der mit einem Zuwachs von plus 3,2 % von 2004 auf 2005 nach wie vor einen steigenden Trend aufweist. Die CO₂-Emissionen dieses Sektors sind zwischen 1990 und 2005 um insgesamt 94 % angestiegen, wobei seit Mitte der 90er Jahre eine besonders starke Zunahme der Emissionen zu verzeichnen ist.

Betrachtet man nur die innerösterreichischen Emissionen (d. h. ohne preisbedingten Kraftstoffexport¹⁶), so ist bei den CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs von 1990 bis 2005 ein Anstieg um etwa 17 % zu verzeichnen.

Die CO₂-Emissionen aus dem Sektor Energieversorgung stiegen um insgesamt 17 %, wobei von 2004 auf 2005 eine Abnahme um 1,3 % erzielt wurde.

Der Sektor Kleinverbrauch verursachte seit 1990 um insgesamt 5 % mehr Kohlendioxid, von 2004 auf 2005 kam es zu einer Zunahme von 7,2 %.

Im Sektor Sonstige (Mülldeponien und Lösungsmittelanwendung) konnten die Emissionen um insgesamt 39 % reduziert werden. Da die CO₂-Emissionen aus diesem Bereich im Jahr 2005 aber nicht einmal 1 % der CO₂-Gesamtemissionen einnahmen, sind sie von 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. Bei der Verbrennung entsteht also kein die Atmosphäre zusätzlich belastendes CO₂ und wird folglich nicht den anthropogenen Gesamtemissionen zugerechnet. Zu beachten ist, dass bei unvollständiger Verbrennung von Biomasse (z. B. in veralteten Öfen) erhöhte Methanemissionen entstehen, welche zum anthropogenen Treibhauseffekt beitragen.

¹⁶ Betankung der Kfz im Inland, Treibstoffverbrauch (Emission) im Ausland.

Im Jahr 2005 war die Industrie der größte Verursacher von CO₂-Emissionen. Wichtigster Einflussfaktor war in diesem Sektor der Anstieg der Stahlproduktion (+7,9 % im Vergleich zu 2004).

Beim Verkehr, dem zweitgrößten Sektor, wirkt sich neben den steigenden Fahrleistungen im Straßenverkehr auch der preisbedingte Kraftstoffexport 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). Im Rahmen der Österreichischen Luftschadstoffinventur wurde für das Jahr 2005 der Anteil dieser Emissionen am Straßenverkehr auf 32 % geschätzt.

Der Anstieg der Kohlendioxidemissionen des Sektors Energieversorgung von 1990 bis 2005 ist auf eine steigende Strom- und Wärmeproduktion der kalorischen Kraftwerke zurückzuführen. Diese Entwicklung ist nicht zuletzt vor dem Hintergrund des ständig steigenden Stromverbrauchs in Österreich zu sehen. In den letzten Jahren wurde aufgrund des – verglichen mit Erdgas und Heizöl – niedrigen Kohlepreises wieder vermehrt Kohle eingesetzt, was zusätzlich zum Emissionsanstieg führte.

Hinzu kommt die seit der Liberalisierung des Strommarkts ineffizientere Betriebsweise der großen Kohleanlagen: Aus wirtschaftlichen Gründen erfolgt ein häufigeres An- und Abfahren des Kraftwerkbetriebs.

Für den Zeitraum 2004–2005 wurde ein leichter Rückgang der Emissionen aus der öffentlichen Strom- und Wärmeproduktion ermittelt. Treibende Kräfte dafür waren der vermehrte Einsatz von weniger CO₂-intensivem Erdgas sowie die Zunahme der Strom- und Wärmezeugung aus erneuerbaren Energieträgern.

Der Emissionsanstieg im Sektor Kleinverbrauch von 2004 auf 2005 ist im Wesentlichen auf eine Zunahme der Heizgradtage und dem dadurch erhöhten Brennstoffeinsatz zurückzuführen.

Generell 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 zugenommen.

2.4.2 Methan (CH₄)

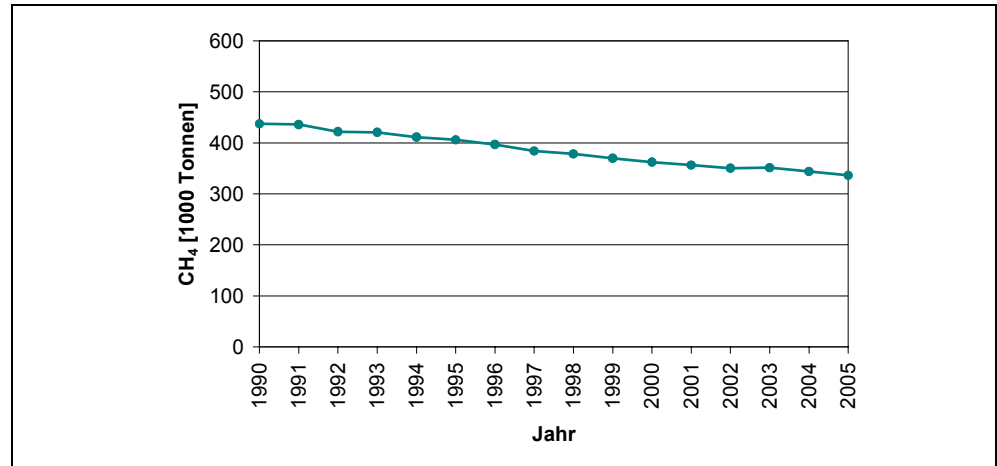
Methan entsteht hauptsächlich bei der Verdauung von Pflanzenfressern (in Österreich primär von Kühen), dem Gülle-Management und beim Abbauprozess in Deponien. Hauptverantwortliche Emittenten sind damit die Landwirtschaft und der Sektor Sonstige. Die Methanemissionen aus dem Sektor Sonstige werden ausschließlich bei der Abfallbehandlung (vorwiegend Mülldeponien) emittiert. Die in diesem Bericht ebenfalls der Verursacherguppe der Sonstigen zugeordneten Lösungsmittel verursachen keine Methanemissionen.

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

Trend

In folgender Abbildung ist der CH₄-Emissionstrend Österreichs von 1990 bis 2005 dargestellt.

Abbildung 9:
CH₄-Emissionstrend
1990–2005.



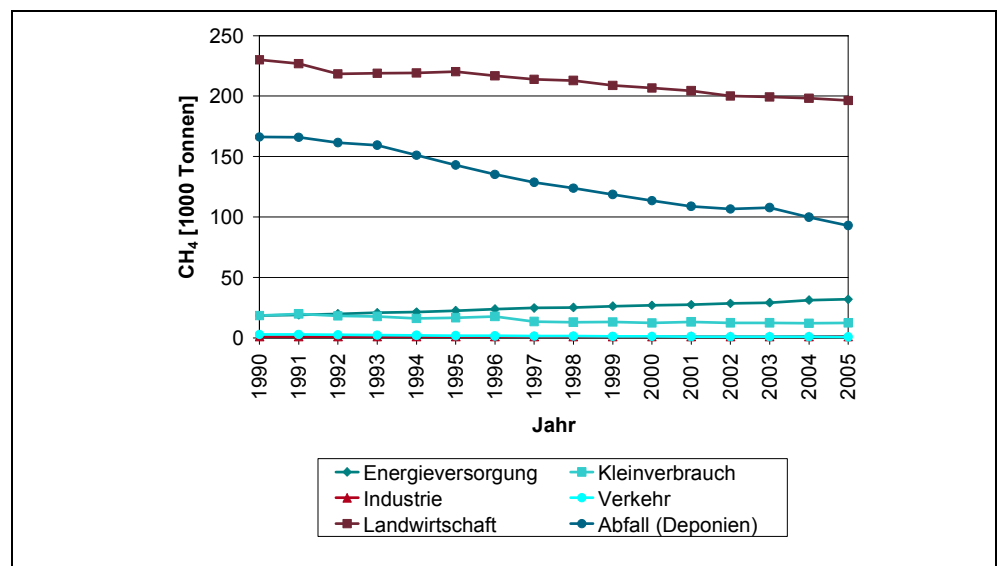
Im Jahr 2005 wurden in Österreich 336.000 Tonnen CH₄ emittiert. Das ist um 23,1 % weniger als im Kyoto-Basisjahr 1990. Im Vergleich zum Vorjahr sind die Emissionen um 2,3 % gesunken.

Hauptverursacher

Im Jahr 2005 verursachte die Landwirtschaft 58 %, die Abfallbehandlung 28 %, die Energieversorgung 10 % und der Kleinverbrauch 4 % der gesamten CH₄-Emissionen Österreichs.

In Abbildung 10 sind die CH₄-Emissionstrends der Verursachersektoren dargestellt.

Abbildung 10:
CH₄-Emissionstrend
nach Sektoren
1990–2005.





Die Landwirtschaft war 2005 Hauptverursacher. In diesem Sektor kam es von 1990 bis 2005 zu einer Abnahme von 15 %, dies ist vorwiegend auf rückläufige Rinderstückzahlen zurückzuführen. Im Bereich Abfall (Deponien) konnten die Emissionen seit 1990 um 44 % reduziert werden, wobei von 2004 auf 2005 eine Abnahme von 7 % zu verzeichnen ist. Der Sektor Kleinverbrauch konnte seinen CH₄-Ausstoß um 33 % verringern. Die CH₄-Emissionen aus dem Energieversorgungssektor sind im selben Zeitraum um 73 % gestiegen.

Die Sektoren Verkehr und Industrie verursachten weniger als 1 % der gesamten CH₄-Emissionen und sind daher von untergeordneter Bedeutung.

Ursachen

Der Rückgang des jährlich deponierten Abfalls (Anfang der 90er Jahre und später, ab 2004, durch die Bestimmungen der Deponieverordnung), die laufend steigende Gaserfassungsrate bei Deponien und die Reduktion der organischen Substanzen im deponierten Restmüll stellen die quantitativ bedeutendsten Reduktionsmaßnahmen von Methanemissionen dar.

Aufgrund der Deponieverordnung ist seit 2004 nur noch eine Ablagerung von Abfällen zulässig, deren Anteil organischen Kohlenstoffs weniger als fünf Massenprozent beträgt. Dies hat zur Folge, dass Abfälle mechanisch biologisch vorbehandelt oder thermisch verwertet werden und führt sowohl zu einer Reduktion der deponierten Abfallmenge zwischen 2003 und 2004, als auch zu einem verringerten Kohlenstoffgehalt der deponierten Abfälle. Insgesamt resultiert daraus ein verstärkter Rückgang der Emissionen aus Mülldeponien zwischen 2003 und 2005.

Die Emissionen aus der Landwirtschaft sind zum größten Teil der Viehhaltung zuzuordnen und hier wiederum den stoffwechselbedingten Emissionen der Rinderhaltung. Die Emissionen hängen somit stark vom Viehbestand ab. Die Möglichkeiten einer energetischen Verwertung durch Vergärung von Gülle und Mist in Biogasanlagen beinhalten jedoch ein erhebliches Reduktionspotenzial.

Die CH₄-Emissionen aus dem Energieversorgungssektor stammen fast ausschließlich aus Leitungsverlusten nationaler und internationaler Erdgasleitungen. Beim Kleinverbrauch handelt es sich vorwiegend um Emissionen aus Raumheizungsanlagen.

2.4.3 Lachgas (N₂O)

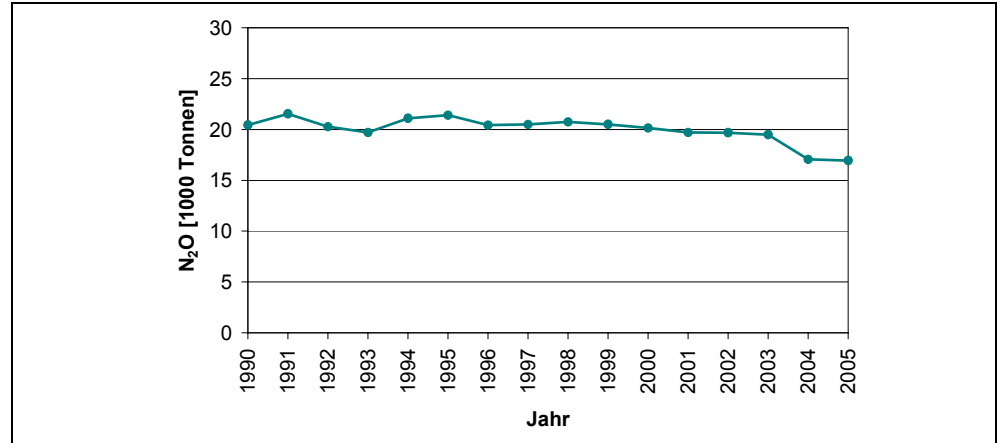
N₂O, das auch unter dem Begriff Lachgas bekannt ist, entsteht vorwiegend durch Abbauprozesse von stickstoffhaltigem Dünger (organischer und mineralischer Dünger). Im Bereich der Güllelagerung sind ebenfalls beachtliche Emissionen zu verzeichnen, die Landwirtschaft ist somit eindeutig Hauptverursacher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

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.

Trend

Folgende Abbildung zeigt den N₂O-Emissionstrend Österreichs von 1990 bis 2005.

Abbildung 11:
N₂O-Emissionstrend
1990–2005.



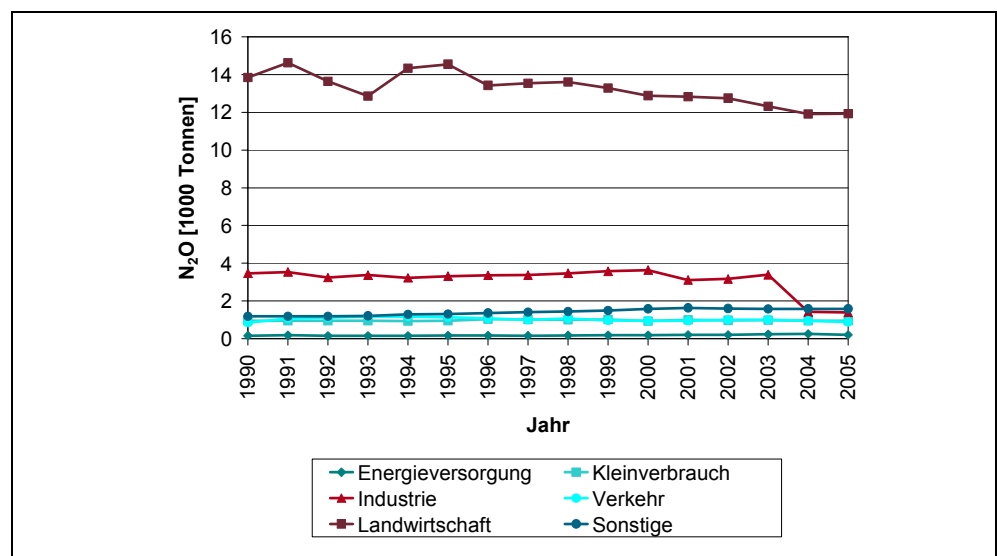
Die N₂O-Emissionen Österreichs sind im Zeitraum 1990 bis 2005 um 17,1 % gefallen, hauptverantwortlich dafür ist ein starker Rückgang der Emissionen von 2003 auf 2004. Im Jahr 2005 lag der Anteil der N₂O-Emissionen an den gesamten Treibhausgasemissionen bei 5,6 %. Im Vergleich zum Vorjahr kam es nur zu einer geringfügigen Abnahme von 0,6 %.

Hauptverursacher

Im Jahr 2005 verursachte die Landwirtschaft 70,4 %, der Sektor Sonstige 9,3 %, die Industrie 8,2 %, der Kleinverbrauch 5,6 %, der Verkehr 5,2 % und die Energieversorgung 1,2 % der N₂O-Emissionen.

In folgender Abbildung ist die Entwicklung der N₂O-Emissionen von 1990 bis 2005 für die sechs Verursachergruppen abgebildet.

Abbildung 12:
N₂O-Emissionstrend
nach Sektoren
1990–2005.





Der Sektor Landwirtschaft verursacht mit Abstand die meisten N_2O -Emissionen. Von 1990 bis 2005 konnten in diesem Bereich 14 % der N_2O -Emissionen reduziert werden. In der Industrie kam es seit 1990 zu einem Rückgang der N_2O -Emissionen um 60 %, wobei dies vorwiegend auf eine sehr starke Reduktion von 2003 auf 2004 zurückzuführen ist. Das von der Gruppe der Sonstigen emittierte N_2O nahm seit 1990 um 34 % zu. Die Emissionen der Energieversorgung stiegen im selben Zeitraum um 32 %, die Emissionen des Verkehrs um 4 % und jene des Kleinverbrauchs um 1 %.

Ursachen

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

Lachgas wird bei Umwandlungsprozessen von Stickstoffverbindungen (Denitrifikation und Nitrifikation) durch Mikroorganismen in Böden und Gewässern freigesetzt. Nur jene durch landwirtschaftliche Stickstoffeinträge vermehrt auftretende Aktivität von Mikroorganismen und die damit einhergehenden zusätzlichen N_2O -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 aus dem Sektor Sonstige stammen aus der Lösungsmittelanwendung und der Abwasserbehandlung. Während sich die N_2O -Emissionen aus der Lösungsmittelanwendung aufgrund der zurückgehenden Menge der eingesetzten Narkosemittel rückläufig entwickelt haben, 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 ein geringer Teil als N_2O in die Luft emittiert.

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 (-6 % von 2004 auf 2005) ist im Wesentlichen auf den Trend zu dieselbetriebenen Pkw zurückzuführen.

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. Sie werden somit auch Industriegase genannt.

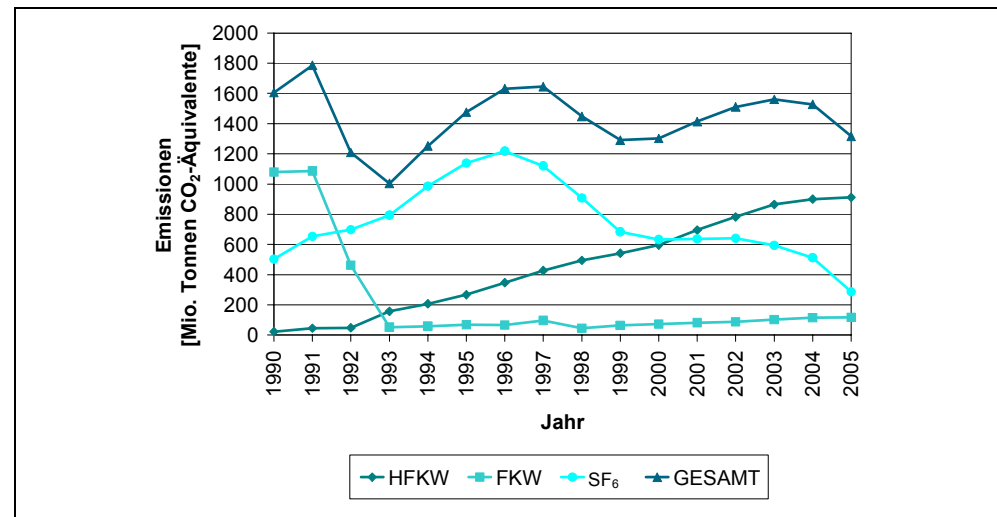
F-Gase sind die treibhauswirksamsten Luftschadstoffe, die vom Kyoto-Protokoll erfasst werden. Emittierte F-Gase verweilen bis zu mehreren 100 Jahren in der Atmosphäre und tragen dort zur Verstärkung des Treibhauseffektes bei. FKW haben ein Treibhauspotenzial von 6.500 bis 9.200, HFKW haben ein Treibhauspotenzial von 140 bis 11.700. SF₆ ist das Treibhausgas mit dem höchsten Treibhauspotenzial: eine Tonne SF₆ besitzt das Treibhauspotenzial von 23.900 Tonnen CO₂.

Die wichtigsten Emissionsquellen sind Geräte und Anlagen zur Kühlung und Bereitstellung von Kälte sowie die Industrie. Die Gase werden auch als Treibmittel für Schaumstoffe, Prozessgase bei der Halbleiterherstellung und als elektrische Isolatoren eingesetzt.

Trends

Abbildung 13 zeigt den Trend der HFKW und der FKW sowie von SF₆ von 1990 bis 2005.

Abbildung 13:
Trend der F-Gase
1990–2005.



Im Jahr 2005 setzten sich die F-Gase aus 69 % HFKW, 22 % SF₆ und 9 % FKW zusammen, ihr Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen lag bei 1,4 %.

Die Emissionen der verschiedenen F-Gase zeigen im Zeitraum 1990 bis 2005 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 (SF₆) hat nach einer Spitze 1996 wieder rückläufige Tendenz. Insgesamt sanken die F-Gas-Emissionen seit dem Basisjahr 1990 um 18 %. Von 2004 auf 2005 nahmen sie um 13,8 % ab.

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 vollha-



logenierte Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe (FCKW) und teilhalogenierte Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe (H-FCKW) in Schaumstoffprodukten sowie in Kühl- und Klimageräten vermehrt Verwendung und die Emissionen dieses Gases nahmen stark zu. Ab dem Jahr 2000 wurden HFKW auch als Schäumungsmittel für Platten aus extrudiertem Polystyrol/Polyurethan (XPS/PU) eingesetzt. Die Verwendung von SF₆ ging seit 1996 als Schutzgas in der Magnesiumproduktion schrittweise zurück, im Jahr 2000 wurde kein SF₆ mehr in diesem Bereich eingesetzt. Die wichtigste SF₆-Quelle im Jahr 2000 war die Halbleiterherstellung.

Das In-Kraft-Treten der Industriegasverordnung (HFKW-FKW-SF₆-Verordnung) 2002, welche unter anderem den Einsatz von SF₆ als Füllgas in Schallschutzfenstern, Schuhen und Reifen verbietet, führte zu einer Abnahme der fluorierten Gase seit 2003. Zwischen 2004 und 2005 verringerte sich außerdem der Einsatz von SF₆ in der Halbleiterherstellung.

In den nächsten Jahren ist mit einer weiteren, wenn auch abgeschwächten 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.

3 OZONVORLÄUFERSUBSTANZEN

Ozon (O_3) 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 (CH_4) zur Ozonbildung bei. Der überwiegende Anteil der in Österreich gemessenen Ozonbelastung ist dem mitteleuropäischen bzw. dem kontinentalen Hintergrund zuzuordnen. Zu den erhöhten Spitzenwerten in den Sommermonaten (z. B. Überschreitungen der Informations- und Alarmschwelle) liefern aber auch lokale bis regionale Emissionen von Vorläufersubstanzen, v. a. in Nordostösterreich, einen wesentlichen Beitrag.

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 (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, UNECE/LRTAP) von 33 Staaten sowie der Europäischen Gemeinschaft unterzeichnet. Die Konvention hat derzeit insgesamt 51 Vertragsparteien (50 Staaten sowie die Europäische Union, Stand: April 2007).

Um die Ziele des Übereinkommens zu erreichen, haben die Vertragsparteien ergänzende Protokolle abgeschlossen. Am 1. Dezember 1999 wurde von Österreich das Protokoll zur Verminderung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon (Göteborg 1999) unterzeichnet, bisher jedoch nicht ratifiziert. Im Protokoll wurden für die Vertragsstaaten erstmals absolute Emissionsgrenzen festgelegt, die bis zum Jahr 2010 zu erreichen sind. Das Protokoll trat am 17. Mai 2005 in Kraft.

Für Österreich wurden als Emissionsobergrenzen für SO_2 39.000 Tonnen/Jahr, für NO_x 107.000 Tonnen/Jahr, für NH_3 66.000 Tonnen/Jahr und für NMVOC 159.000 Tonnen/Jahr festgelegt.

NEC-Richtlinie und Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L)

Parallel zum Göteborg-Protokoll wurde in der EU zur Umsetzung der Versauerungsstrategie und zur Bekämpfung des bodennahen Ozons die Richtlinie über nationale Emissionshöchstgrenzen für bestimmte Luftschadstoffe (RL 2001/81/EG) beschlossen. Nach der englischen Bezeichnung National Emission Ceilings ist sie auch als NEC-Richtlinie bekannt. Sie legt für die einzelnen Mitgliedsstaaten verbindliche nationale Emissionshöchstgrenzen ab dem Jahr 2010 fest, die vereinzelt vom Göteborg-Protokoll abweichen. Die Berücksichtigung der Emissionen aus preisbedingtem Kraftstoffexport ist den Vertragsparteien freigestellt.

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

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 den Konventionen über die Emissionen von Treibhausgasen müssen zur Erfüllung der NEC-Berichtspflicht/EG-L nur jene tatsächlich auf dem Gebiet der Mitgliedsstaaten emittierten Luftschadstoffe berücksichtigt werden (Artikel 2 der NEC-Richtlinie).

Zur Bewahrung der Konsistenz der Emissionsdaten beider UN-Berichtspflichten (Kyoto-Protokoll und Göteborg-Protokoll) werden in diesem Bericht für sämtliche Luftschadstoffe die Emissionstrends inklusive der Emissionen aus preisbedingtem Kraftstoffexport (Tanktourismus) beschrieben. Eine Ausnahme bildet die Diskussion zur Erreichung der Reduktionsziele gemäß Ozongesetz und der Emissionshöchstmengen 2010 gemäß EG-L für SO₂, NO_x, NMVOC und NH₃. Gemäß Artikel 8 (1) der NEC-Richtlinie werden zur Zielerreichung nur die im Inland emittierten Luftschadstoffe (d. h. ohne Emissionen aus preisbedingtem Kraftstoffexport) herangezogen.

Das Ozongesetz

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 gesamtösterreichischen 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.

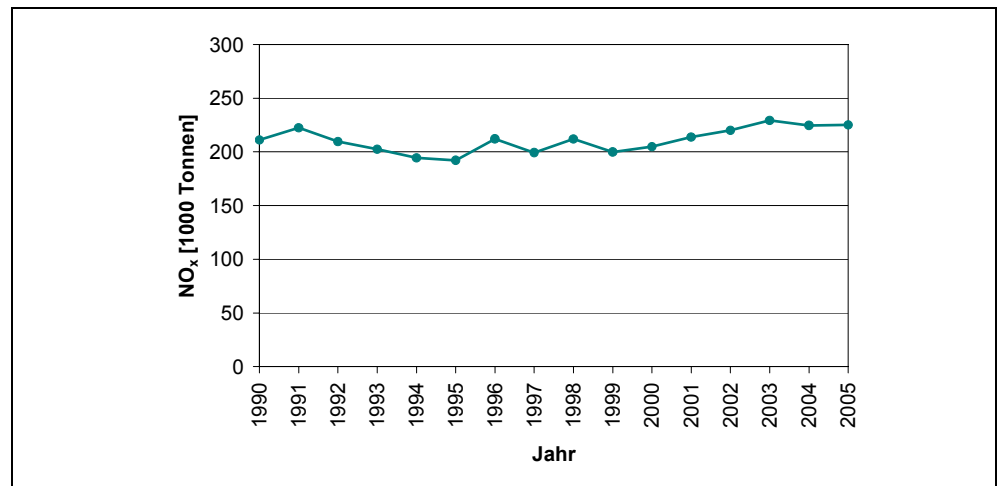
3.1 Stickoxide (NO_x)

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 2005 dargestellt.

Abbildung 14:
NO_x-Emissionstrend
1990–2005.



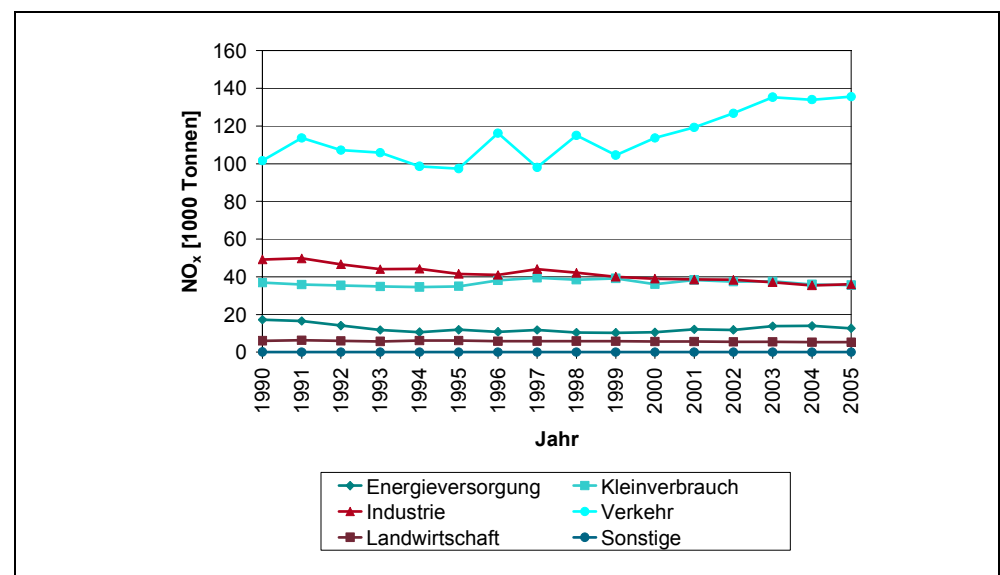
Die Gesamtemissionsmenge an Stickoxiden (NO_x) hat von 1990 bis 2005 um insgesamt 7 % zugenommen, wobei besonders von 2000 bis 2003 ein deutlich ansteigender Trend zu erkennen ist. Im Jahr 2005 wurden etwa 225.000 Tonnen NO_x ermittelt, das ist annähernd gleich viel wie 2004.

Hauptverursacher

Österreichs Verkehr war im Jahr 2005 mit Abstand der größte NO_x-Emittent. 60 % der Schadstoffe werden in diesem Sektor emittiert. Es folgten der Sektor Kleinverbrauch und die Industrie mit je 16 %, die Energieversorgung mit 6 % und die Landwirtschaft mit 2 %.

In folgender Abbildung sind die NO_x-Emissionstrends der einzelnen Verursachergruppen von 1990 bis 2005 dargestellt.

Abbildung 15:
NO_x-Emissionstrend
nach Sektoren
1990–2005.





Seit 1990 sind die NO_x-Emissionen des dominierenden Verkehrssektors um 33 % auf etwa 135.000 Tonnen im Jahr 2005 gestiegen. In den Sektoren Industrie (-27 %) und die Energieversorgung (-26 %) konnte der NO_x-Ausstoß hingegen deutlich reduziert werden. Im Sektor Kleinverbrauch konnten die Stickoxidemissionen im selben Zeitraum um nur 3 % verringert werden. Bei den vergleichsweise geringen Emissionen des Sektors Landwirtschaft ist eine Abnahme um 14 % zu verzeichnen. Die NO_x-Emissionen der Gruppe der Sonstigen sind von untergeordneter Bedeutung für den Gesamttrend.

Ursachen

Hauptemittent im Verkehrssektor ist der Straßenverkehr. Ende der 80er Jahre bewirkte die Einführung des Katalysators für benzinbetriebene Pkw beachtliche Reduktionen der NO_x-Emissionen in diesem Sektor. Seit 1997 haben die NO_x-Emissionen aus dem Verkehrssektor wieder steigende Tendenz. Der Grund für den allgemeinen Anstieg liegt im stetigen Zunehmen der Verkehrsleistung sowohl im Güter- als auch Personenverkehr (gemessen in Personen- und Tonnenkilometern). 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. Weiters 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.

Zu beachten ist, dass sich beim Emissionstrend des Straßenverkehrs neben den zunehmenden Fahrleistungen auch der preisbedingte Kraftstoffexport aufgrund der vergleichsweise niedrigen Treibstoffpreise in Österreich auswirkt. In den letzten Jahren wurde ein beachtlicher Teil der verkauften Treibstoffmenge im Inland getankt, jedoch im Ausland verfahren und emittiert.

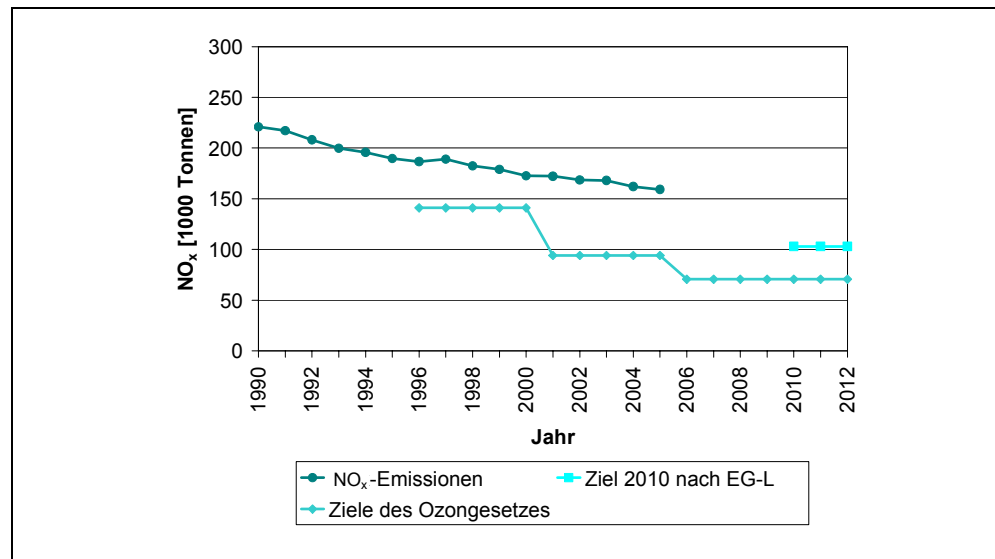
Bei Industrie und Energieversorgung sind neben Effizienzsteigerungen der Einbau von Entstickungsanlagen und stickstoffarmen (Low-NO_x) Brennern als Gründe für die Emissionsreduktionen in diesen Sektoren zu nennen.

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 preisbedingten Kraftstoffexport emittierten Emissionsanteile sind hier nicht enthalten.

Abbildung 16 zeigt die in Österreich ausgestoßenen NO_x-Emissionen (ohne Emissionen aus preisbedingtem Kraftstoffexport) von 1990 bis 2005 im Vergleich mit den nationalen Reduktionszielen (vgl. Kapitel 3).

Abbildung 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 preisbedingten Kraftstoffexport) 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 2005 wurden innerhalb Österreichs (d. h. ohne Emissionen aus preisbedingtem Kraftstoffexport) 159.000 Tonnen NO_x emittiert.

3.2 Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC)

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

Da in der Abfallbehandlung keine nennenswerten NMVOC-Emissionen entstehen, wird in diesem Kapitel der Sektor Sonstige direkt als Sektor Lösungsmittelanwendung bezeichnet.

Trend

In folgender Abbildung ist der NMVOC-Emissionstrend der österreichischen Gesamtemissionen von 1990 bis 2005 dargestellt.

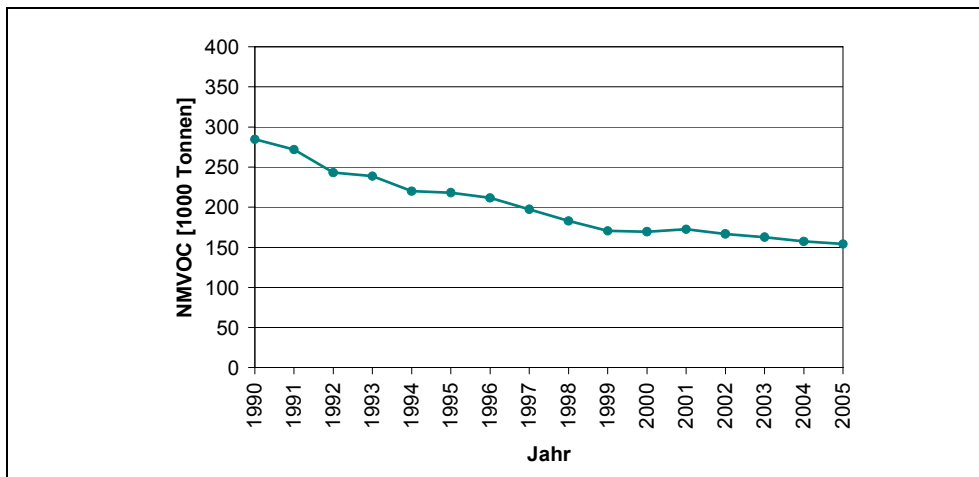


Abbildung 17:
NMVOC-Emissionstrend
1990–2005.

In der ersten Hälfte der 90er Jahre gab es eine deutliche Abnahme der NMVOC-Emissionen. Von 1990 bis 2005 konnten die gesamten Emissionen um rund 46 % reduziert werden. Im Jahr 2005 wurden in Österreich etwa 154.000 Tonnen NMVOC emittiert, das ist um rund 2 % weniger als 2004.

Hauptverursacher

Annähernd die Hälfte aller NMVOC-Emissionen (49 %) entstanden 2005 bei der Anwendung von Lösungsmittel. Der Sektor Kleinverbrauch verursachte 28 %, der Verkehr 14 %, die Industrie 5 %, die Energieversorgung 3 % und die Landwirtschaft 1 % der NMVOC-Emissionen Österreichs im Jahr 2005.

In folgender Abbildung sind die NMVOC-Emissionstrends der einzelnen Sektoren von 1990 bis 2005 dargestellt.

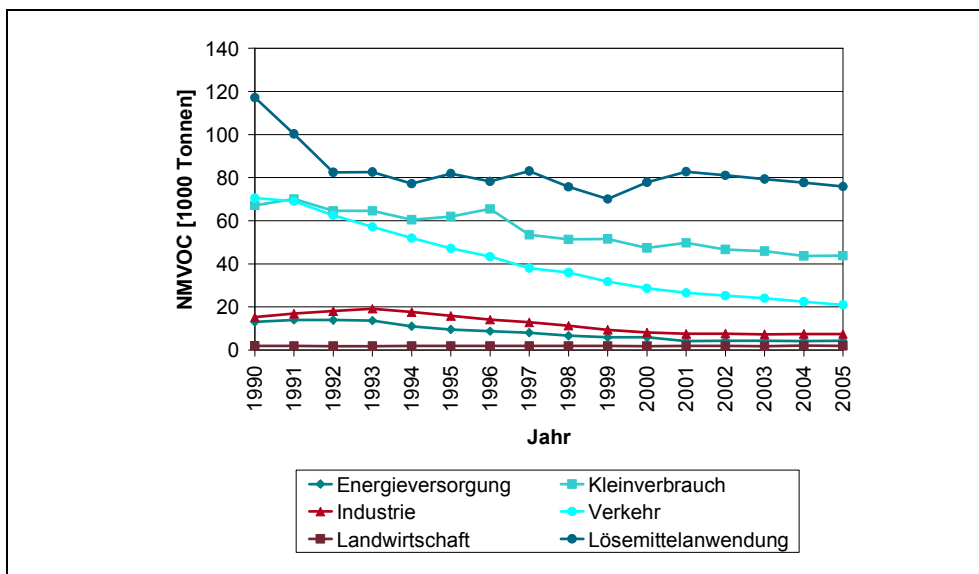


Abbildung 18:
NMVOC-Emissionstrend
nach Sektoren
1990–2005.

Seit 1990 konnten die NMVOC-Emissionen im Verkehrssektor um 70 % reduziert werden, bei den Lösungsmittelanwendung und im Sektor Kleinverbrauch wurde im gleichen Zeitraum eine Reduktion um 35 % erzielt. Deutlich zurückgegangen sind ebenfalls die Emissionen aus der Energieversorgung (–67 %) und aus der Industrie (–51 %).

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 die Einführung von Aktivkohlekanistern und Gaspendeleinrichtungen bei Tankstellen (Gaspendeleinrichtung) sowie an Auslieferungslagern (Kraftstoffbehälterverordnung) zur Verringerung der Treibstoffverdunstungsverluste geführt.

Bedeutendste Emissionsquelle von NMVOC ist die Anwendung von Lösungsmittel. Hier kam es vor allem zu Beginn der 90er Jahre durch die Verwendung von lösungsmittelarmen Produkten sowie durch thermische und sorbtive Abgasreinigungsmaßnahmen (Lösungsmittelverordnung und VOC-Anlagenverordnung) zu einer Verringerung der Emissionen.

Die beiden Verordnungen sind auch für den Rückgang der NMVOC-Emissionen aus industriellen Anlagen im Sektor Industrie verantwortlich. Insbesondere in der chemischen Industrie ist seit Mitte der 1990er Jahre eine starke Emissionsminderung zu verzeichnen.

Im Vergleich zum Vorjahresbericht hat sich der NMVOC-Trend der Industrie stark verändert. Die Änderungen sind auf Neuberechnungen der Emissionen mit Hilfe von Daten des Fachverbandes Chemische Industrie und Schätzungen von ExpertInnen zurückzuführen.

Im Bereich der Haushalte tragen veraltete Holzfeuerungsanlagen zu den noch immer relativ hohen NMVOC-Emissionen bei. Die markante Abnahme von 1996 auf 1997 beim Kleinverbrauch ergab sich aufgrund der Anwendung verbesserter Emissionsfaktoren in diesem Sektor ab 1997.

Seit Ende der 80er Jahre ist es verboten, Stoppelfelder abzubrennen, seit diesem Zeitpunkt verursacht die Landwirtschaft nur noch geringe Mengen an NMVOC.

Ziele

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

Abbildung 19 zeigt die österreichischen NMVOC-Emissionen (ohne preisbedingten Kraftstoffexport) von 1990 bis 2005 im Vergleich mit den nationalen Reduktionszielen.

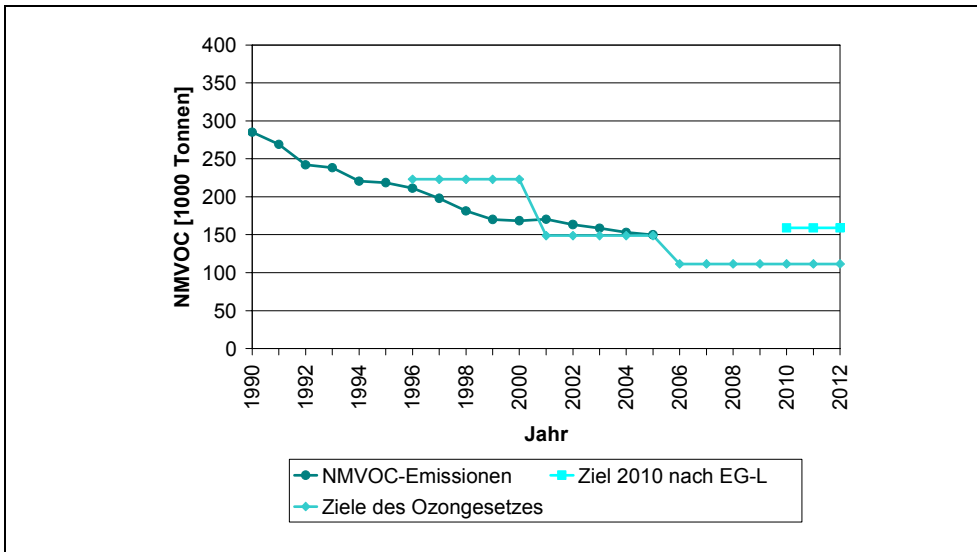


Abbildung 19:
NMVOC-
Reduktionsziele gemäß
Ozongesetz und EG-L.

Das Minderungsziel gemäß Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L) von 159.000 Tonnen für das Jahr 2010 wurde demnach im Jahr 2005 mit einer innerösterreichischen Emissionsmenge (d. h. ohne Emissionen aus preisbedingtem Kraftstoffexport) von rund 150.000 Tonnen NMVOC erfüllt.

Das nach dem Ozongesetz für 1996 vorgesehene Ziel von 223.000 Tonnen wurde mit einer innerösterreichischen Emissionsmenge in der Höhe von 211.000 Tonnen erreicht. Während die meisten relevanten Sektoren in der gesamten Zeitreihe einen kontinuierlichen Emissionsrückgang aufweisen, ist jedoch bei den Emissionen aus der Lösungsmittelanwendung eine Stagnation zu verzeichnen. Das Reduktionsziel für 2001 (maximal 149.000 Tonnen NMVOC) wurde somit verfehlt. 2001 wurden in Österreich 170.000 Tonnen NMVOC emittiert.

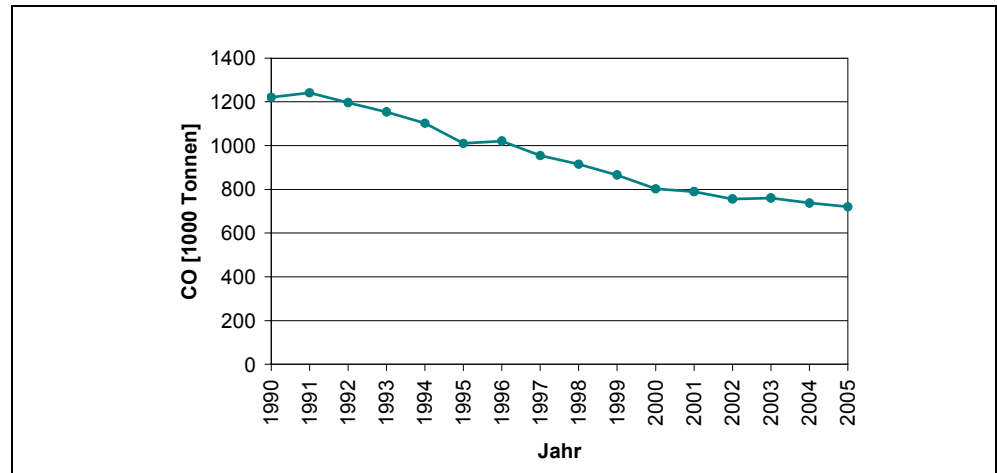
3.3 Kohlenmonoxid (CO)

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

Trend

In folgender Abbildung ist der CO-Emissionstrend Österreichs von 1990 bis 2005 dargestellt.

Abbildung 20:
CO-Emissionstrend
1990–2005.



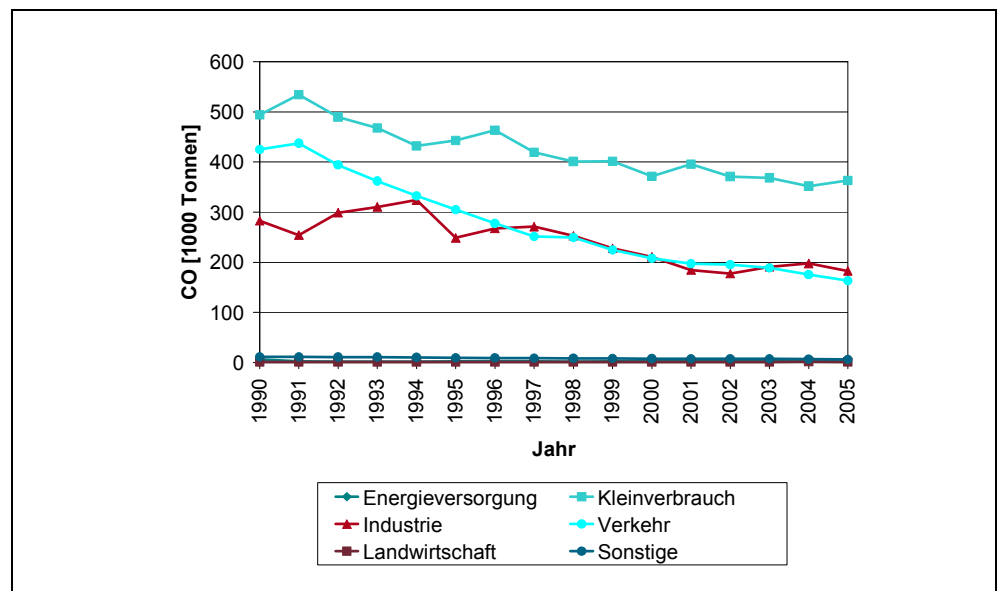
Von 1990 bis 2005 konnten die CO-Emissionen Österreichs um 41 % auf etwa 720.000 Tonnen reduziert werden. Im Jahr 2005 wurde um rund 2 % weniger Kohlenmonoxid emittiert als im Vorjahr.

Hauptverursacher

Der Sektor Kleinverbrauch produzierte im Jahr 2005 die Hälfte aller CO-Emissionen, 25 % kamen aus der Industrie, 23 % vom Verkehr und je 1 % aus dem Sektor Sonstige und der Energieversorgung. Die CO-Emissionen der Landwirtschaft sind nur von untergeordneter Bedeutung.

Folgende Abbildung zeigt die CO-Emissionstrends von 1990 bis 2005.

Abbildung 21:
CO-Emissionstrend
nach Sektoren
1990–2005.



Von 1990 bis 2005 sind die CO-Emissionen des Verkehrssektors um 62 % zurückgegangen. Die Industrie verringerte ihren Ausstoß um 35 %, im Sektor Kleinverbrauch konnten die Emissionen um 26 % reduziert werden.



Ursachen

Im Verkehrssektor haben eine optimierte Verbrennung und die Einführung des Katalysators wesentlich zur Reduktion der CO-Emissionen beigetragen. Die ebenfalls rückläufigen CO-Emissionen des Sektors Industrie werden von der Eisen- und Stahlindustrie dominiert. Im Bereich der Haushalte (Kleinverbrauch) sind die schlechten Verbrennungsvorgänge in veralteten Heizungsanlagen – insbesondere Holzöfen – für die verhältnismäßig hohen CO-Emissionen verantwortlich.

3.4 Methan (CH₄)

Der Luftschadstoff Methan zählt neben den Ozonvorläufersubstanzen auch zu den Treibhausgasen und wurde daher bereits in Kapitel 2.4.2 diskutiert.

4 VERSAUERUNG UND EUTROPHIERUNG

Bei der Versauerung durch säurebildende Luftschadstoffe kommt es zu einer Herabsetzung des pH-Wertes von Böden und Gewässern. Die Versauerung wird maßgeblich durch Niederschlag und 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)¹⁷ berücksichtigt.

Eutrophierung (Überdüngung) nennt man den übermäßigen Eintrag von Stickstoff in Ökosysteme, wodurch ein Düngeeffekt 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. Während diese zu einem wesentlichen Teil ins Ausland transportiert werden, 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

In Abbildung 22 ist der Gesamttrend der versauernden Emissionen Österreichs dargestellt.

¹⁷ Aeq, Acid equivalents: proportional zu den Gewichtsprozent der H^+ -Ionen [SO_2 : 0,0313; NO_x : 0,0217; NH_3 : 0,0588]

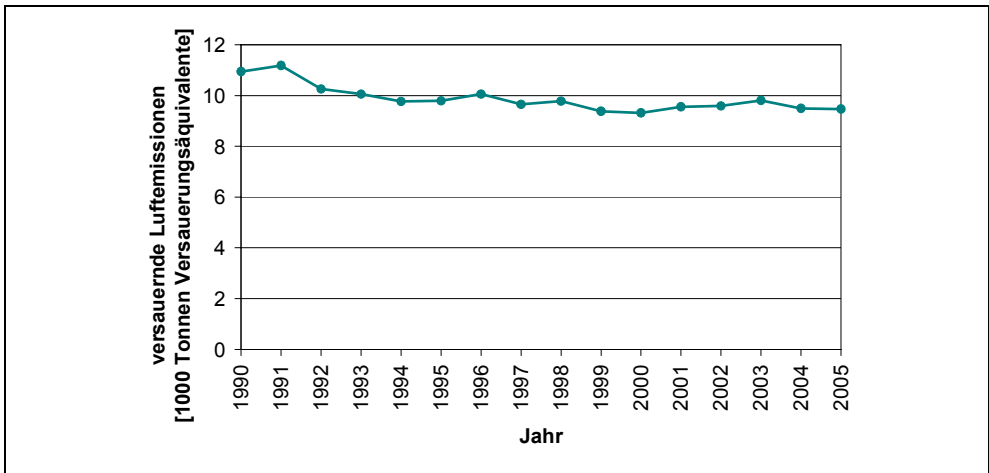


Abbildung 22:
Gesamttrend
versauernder
Luftschadstoffe
1990–2005.

In den 80er Jahren konnten versauernde Luftschadstoffe am stärksten reduziert werden. Von 1990 bis 2005 ist eine weitere Abnahme um 14 % zu verzeichnen.

Hauptverursacher

Die Landwirtschaft verursachte 2005 39 % der gesamten versauerungsrelevanten Emissionen. Hauptverantwortlich waren hierfür die hohen NH₃-Emissionen aus diesem Bereich. 32 % der gesamten versauerungsrelevanten Emissionen kamen aus dem Verkehr, in diesem Sektor waren die hohen NO_x-Emissionen ausschlaggebend. Die Industrie und der Sektor Kleinverbrauch waren 2005 für 12 % (Industrie) bzw. 11 % (Kleinverbrauch) der Emissionen verantwortlich, die Energieversorgung für 5 % und der Sektor Sonstige für 1 %.

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

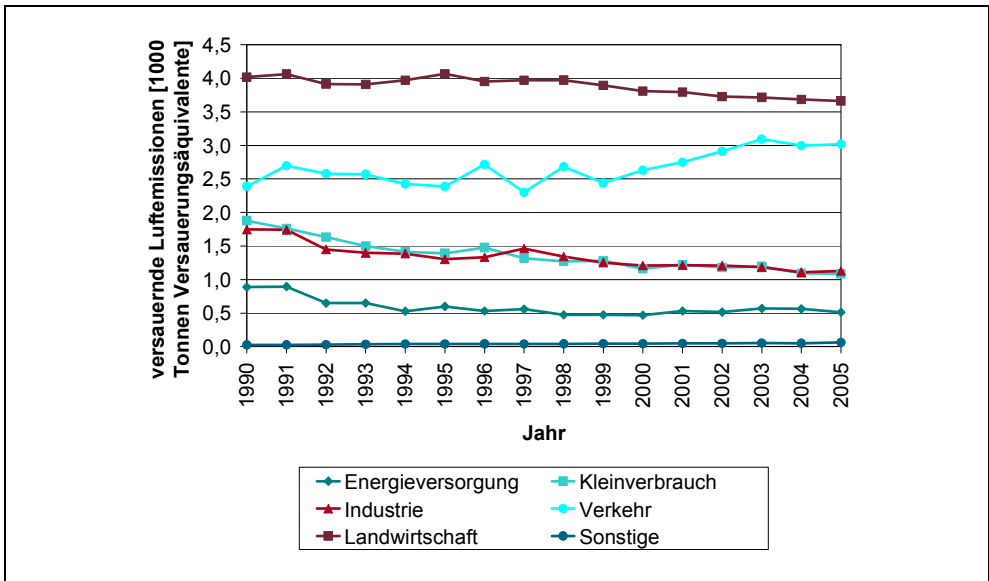


Abbildung 23:
Emissionen
versauernder
Luftschadstoffe nach
Sektoren 1990–2005.

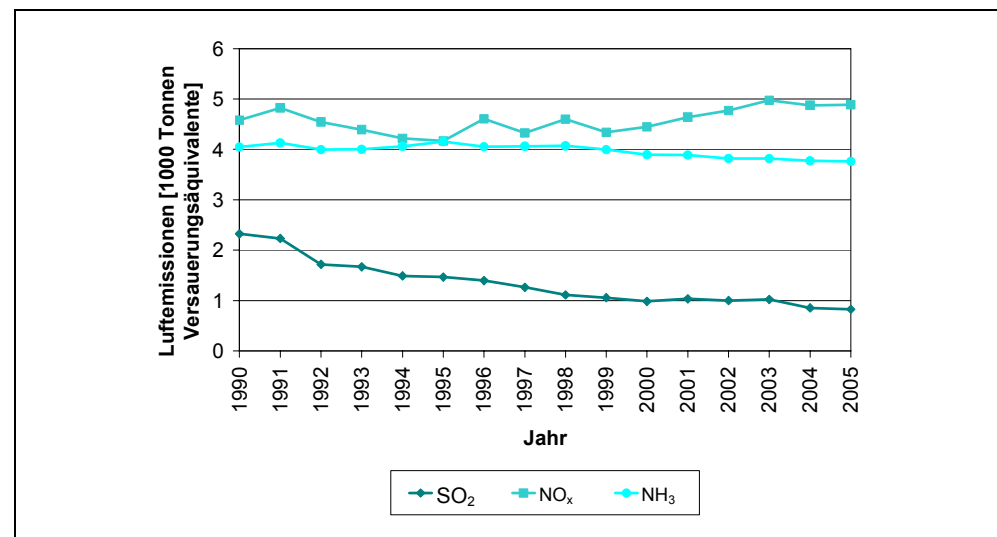
Im Zeitraum von 1990 bis 2005 erzielten Kleinverbrauch und Energieversorgung je eine Reduktion von 42 %, im Sektor Industrie verringerte sich der Ausstoß um 35 % und in der Landwirtschaft um 9 %. Die Emissionen des Verkehrssektors hingegen sind um 26 % gestiegen.

4.2 Entwicklung nach Gasen

Im Jahr 2005 setzte sich die Summe der versauernd wirkenden Luftschadstoffe aus 51,6 % NO_x, 39,7 % NH₃, und 8,7 % SO₂ zusammen (in Versauerungsäquivalenten gerechnet).

In folgender Abbildung sind die Emissionstrends der Gase NO_x, NH₃ und SO₂ von 1990 bis 2005 in Versauerungsäquivalenten dargestellt.

Abbildung 24:
Versauernde
Luftschadstoffe nach
Gasen 1990–2005.



SO₂-Emissionen: Im Jahr 2005 lag der gesamte SO₂-Ausstoß um 64 % unter dem Wert von 1990. In diesem Zeitraum verringerte sich der Anteil von SO₂ an der Gesamtmenge der versauernden Luftschadstoffe von 21 % auf rd. 9 %.

NO_x-Emissionen: Die NO_x-Emissionen sind seit 1990 um 7 % gestiegen. Ihr Anteil nahm von 42 % im Jahr 1990 auf rd. 52 % im Jahr 2005 zu. 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 2005 um 7 % gesunken. Ihr Anteil an den versauernden Emissionen hat sich dabei kaum verändert (von 37 % 1990 auf rd. 40 % 2005). 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 des Kleinverbrauchs.

Trend

In folgender Abbildung sind die österreichischen Gesamtemissionen für SO₂ von 1990 bis 2005 dargestellt.

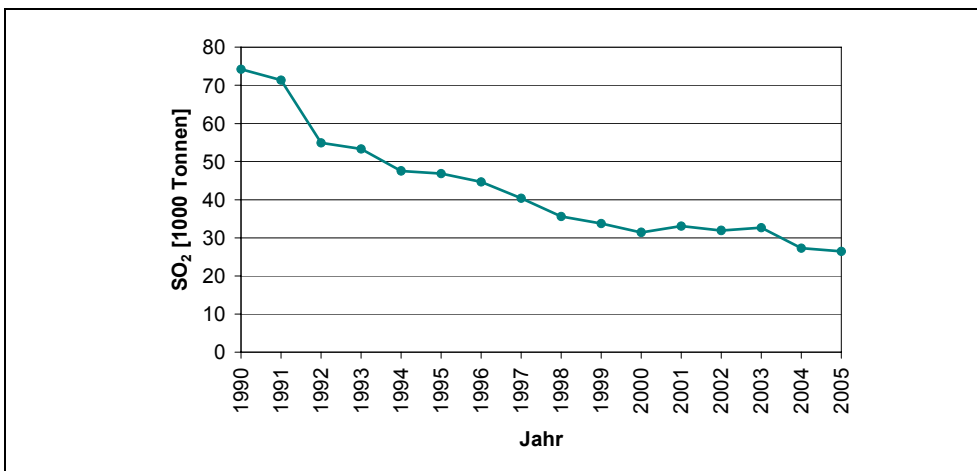


Abbildung 25:
SO₂-Emissionstrend
1990–2005.

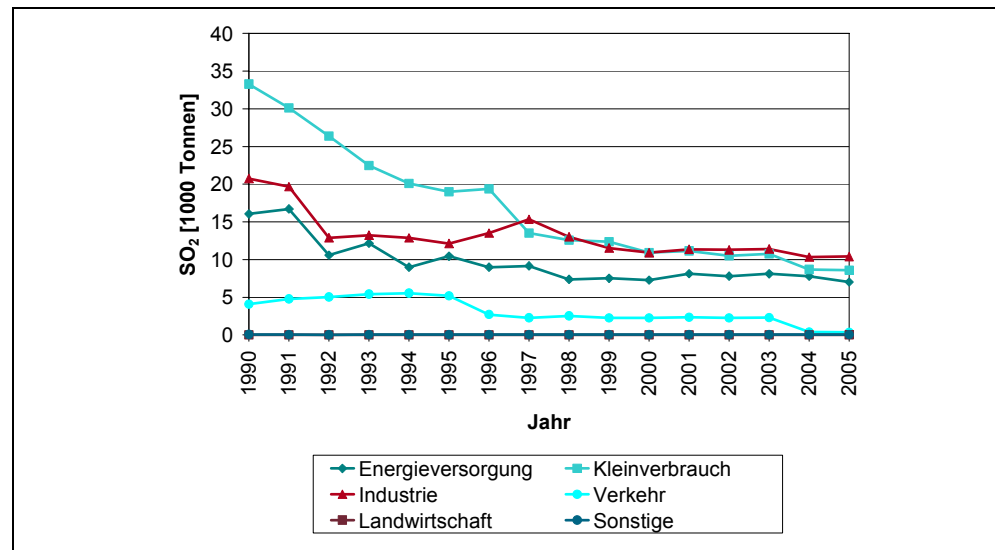
In den letzten zwei Jahrzehnten kam es zu einem starken Rückgang der SO₂-Emissionen Österreichs. Von 1990 bis 2005 konnten die Emissionen um 64 % reduziert werden, im Jahr 2005 betrug der gesamte SO₂-Ausstoß rund 26.000 Tonnen. Von 2004 auf 2005 war eine SO₂-Reduktion um 3 % zu verzeichnen.

Hauptverursacher

Im Jahr 2005 kamen 39 % der österreichischen SO₂-Emissionen aus der Industrie. Im Sektor Kleinverbrauch wurden 33 % emittiert, in der Energieversorgung 27 % und im Verkehr 1 %. Die SO₂-Emissionen aus den Sektoren Landwirtschaft und Sonstige sind vernachlässigbar gering.

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

Abbildung 26:
SO₂-Emissionstrend
nach Sektoren
1990–2005.



Im Sektor Kleinverbrauch ging der Ausstoß von SO₂-Emissionen von 1990 bis 2005 um 74 % zurück. Die Industrie bewirkte eine Abnahme um 50 % und in der Energieversorgung konnten 56 % der Schwefeldioxidmengen eingespart werden. Im Bereich des Verkehrs sanken die SO₂-Emissionen um 92 %.

Ursachen

Grund für die starke Senkung der Emissionen sind die Absenkung des Schwefelanteils in Mineralölprodukten und Treibstoffen (Kraftstoffverordnung), der Einbau von Entschwefelungsanlagen in Kraftwerken (Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen) sowie die verstärkte Nutzung schwefelärmerer Brennstoffe wie z. B. Erdgas. Ersteres wirkt sich in allen Bereichen aus, wo fossile Brennstoffe zum Heizen und zur Energieumwandlung (Kleinverbrauch, 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 Lebensministerium ist in Österreich seit 1.1.2004 flächendeckend schwefelfreier Kraftstoff (< 10 ppm¹⁸) erhältlich. Damit wurde den Anforderungen der Richtlinie zur Qualität von Otto- und Dieselmotorkraftstoffen vorgegriffen, wonach spätestens ab 1.1.2005 schwefelfreier Kraftstoff flächendeckend angeboten werden muss.

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).

Der starke Rückgang der SO₂-Emissionen in den 90er Jahren im Sektor Energieversorgung, insbesondere von Heiz- und Wärmekraftwerken, ist zum Großteil auf Maßnahmen aufgrund des Luftreinhaltegesetzes für Kesselanlagen (und seines Vorgängers, dem Dampfkessel-Emissionsgesetz) zurückzuführen. Dieses Gesetz führte im Bereich der Dampfkesselanlagen zum vermehrten Einsatz von Entschwefelungsanlagen sowie zu Umstellungen auf schwefelärmere bzw. schwefelfreie Brennstoffe wie z. B. Erdgas.

¹⁸ parts per million (ppm): Teile pro Million. Ein in Millionstel Teilen ausgedrückter Zahlenwert.

Ziele

Abbildung 27 zeigt die österreichischen SO₂-Emissionen (ohne preisbedingten Kraftstoffexport, vgl. Kapitel 3) im Vergleich mit der nationalen Emissionshöchstmenge gemäß EG-L.

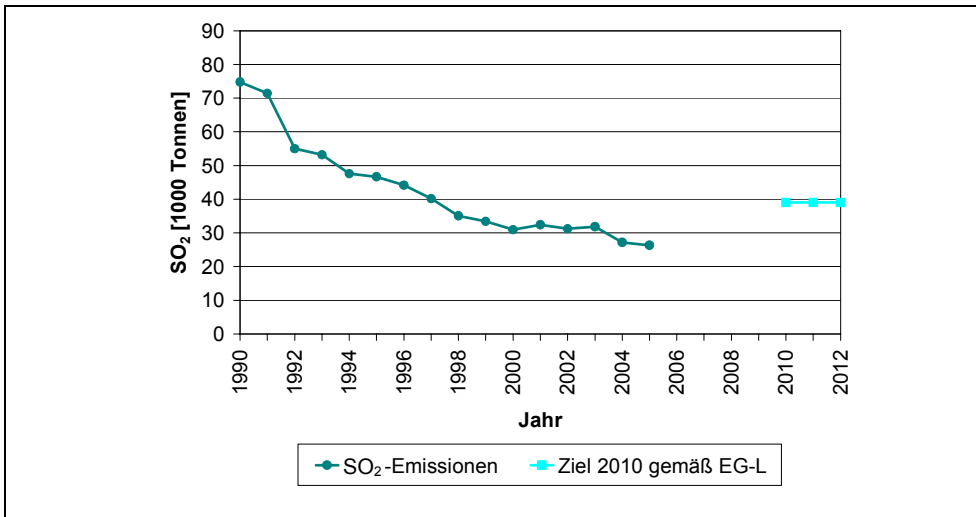


Abbildung 27:
SO₂-Emissions-
höchstmengenziel 2010
gemäß EG-L.

Im Jahr 2005 lagen die SO₂-Emissionen Österreichs mit rd. 26.000 Tonnen bereits deutlich unter dem Ziel von maximal 39.000 Tonnen SO₂/Jahr für das Jahr 2010 gemäß dem Emissionshöchstmengengesetz-Luft.

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.

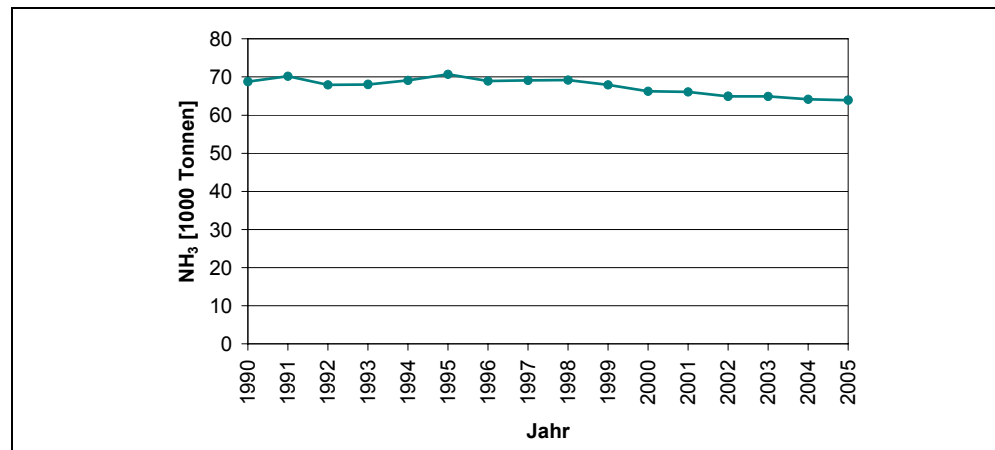
4.2.2 Ammoniak (NH₃)

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

Trend

In folgender Abbildung sind die österreichischen Gesamtemissionen für NH₃ von 1990 bis 2005 dargestellt.

Abbildung 28:
NH₃-Emissionstrend
1990–2005.



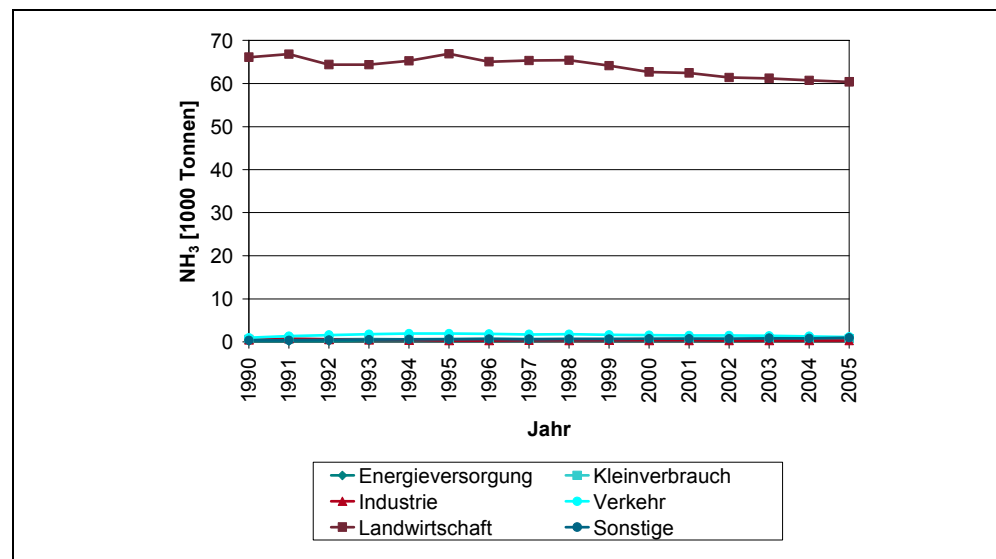
Von 1990 bis 2005 konnten die Ammoniakemissionen um insgesamt 7 % auf rund 64.000 Tonnen reduziert werden.

Hauptverursacher

Der mit Abstand größte NH₃-Emittent Österreichs war 2005 mit einem Anteil von 94 % die Landwirtschaft. Aus den Sektoren Verkehr und Sonstige stammen je 2 % der Emissionen, von den Sektoren Kleinverbrauch und Industrie je 1 %.

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

Abbildung 29:
NH₃-Emissionstrend
nach Sektoren
1990–2005.



Im Bereich der Landwirtschaft, dem Hauptemittenten, konnten von 1990 bis 2005 9 % der NH₃-Emissionen reduziert werden, die Industrie konnte ihren Ausstoß um 31 % verringern. Dem gegenüber steht eine Zunahme der Emissionen im Sektor Sonstige um 163 % und ebenfalls eine Zunahme um je 18 % beim Sektor Kleinverbrauch und beim Verkehr.

Ursachen

Die landwirtschaftlichen Ammoniakemissionen entstehen bei der Ausbringung von organischem und mineralischem Dünger, der Viehhaltung sowie der Lagerung von Gülle und Mist.

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 Sektor Sonstige ist für den Anstieg der NH_3 -Emissionen in den 1990er Jahren die stark angestiegene Menge an kompostierten Abfall (Verordnung über getrennte Sammlung biogener Abfälle) hauptverantwortlich. Der NH_3 -Anstieg der letzten Jahre lässt sich im Wesentlichen auf die Zunahme der mechanisch-biologischen Vorbehandlung von Hausmüll aufgrund der Deponieverordnung zurückführen. Diese sieht ab 2004 eine Vorbehandlung von Abfällen vor.

Ziele

Die folgende Grafik zeigt die NH_3 -Emissionen Österreichs (ohne preisbedingten Kraftstoffexport, vgl. Kapitel 3) im Vergleich mit der nationalen Emissionshöchstmenge gemäß EG-L.

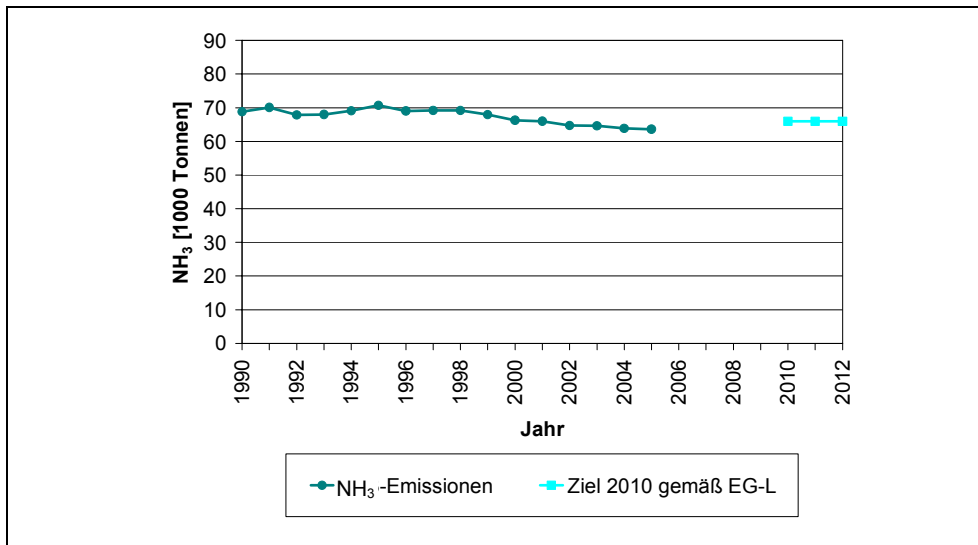


Abbildung 30:
 NH_3 -Emissions-
höchstmengeziel 2010
gemäß EG-L.

Im Jahr 2005 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 dem 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.

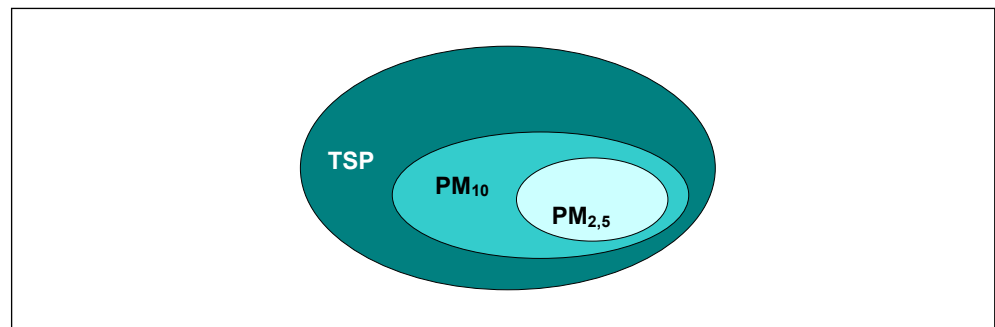
5 STAUB

Staub ist ein komplexes und hinsichtlich der möglichen Inhaltsstoffe (z. B. Mineralien, verschiedene Salze, organische Kohlenstoffverbindungen, Schwermetalle etc.) sowie der Größenverteilung ein sehr heterogenes Gemisch.

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

Aus gesundheitlicher Sicht ist – neben der Zusammensetzung – 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.

Abbildung 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 als PM₁₀ bzw. PM_{2,5} bezeichneten Staubfraktionen enthalten 50 % der Teilchen mit einem aerodynamischen Durchmesser von 10 µm bzw. 2,5 µm, einen höheren Anteil kleinerer Teilchen und einen niedrigeren Anteil größerer Teilchen (vgl. Abbildung 31). Im deutschen Sprachgebrauch hat sich für PM₁₀ und z. T. auch für PM_{2,5} die Bezeichnung Feinstaub eingebürgert.

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

Die Immission (das ist die gemessene Konzentration in der Umgebungsluft) hängt von folgenden 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 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 transportierten Schadstofffrachten führen zu Überschreitungen der verordneten Grenzwerte.¹⁹ 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 (vgl. Abbildung 32). Gefasste Quellen haben einen definierten, relativ kleinen Austrittsquerschnitt (z. B. 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 folgender Abbildung sind die in der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur betrachteten Emissionsquellen von Feinstaub schematisch dargestellt.

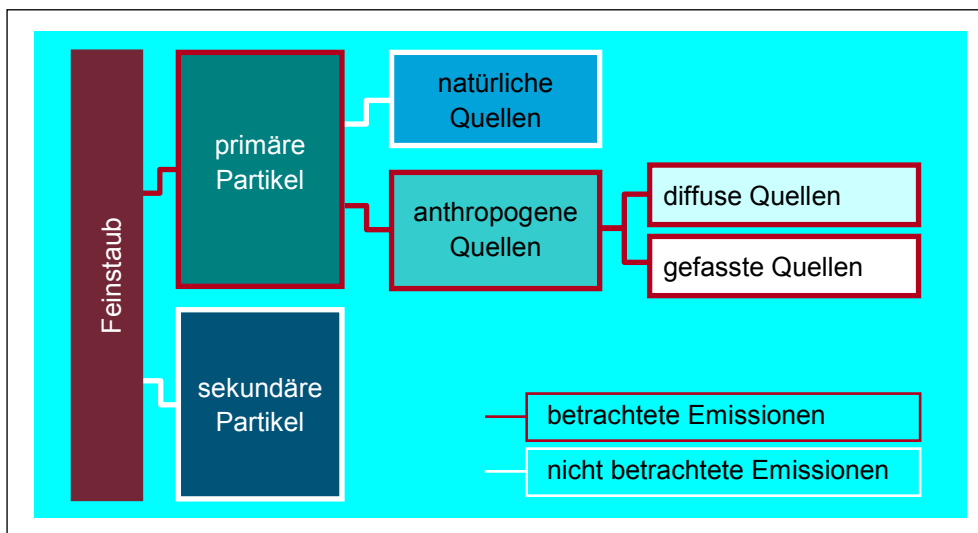


Abbildung 32:
Emissionsquellen von
Feinstaub.

¹⁹ Die Grenzwerte für PM₁₀ sind im Immissionschutzgesetz-Luft (IG-L) festgelegt. Der tägliche Luftgüterbericht und andere immissionsseitige Berichte können unter folgender Adresse im Internet abgerufen werden: http://www.umweltbundesamt.at/tgl_bericht/.

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

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

In den folgenden Darstellungen werden nur primäre, 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 von Faktoren abhängig ist.

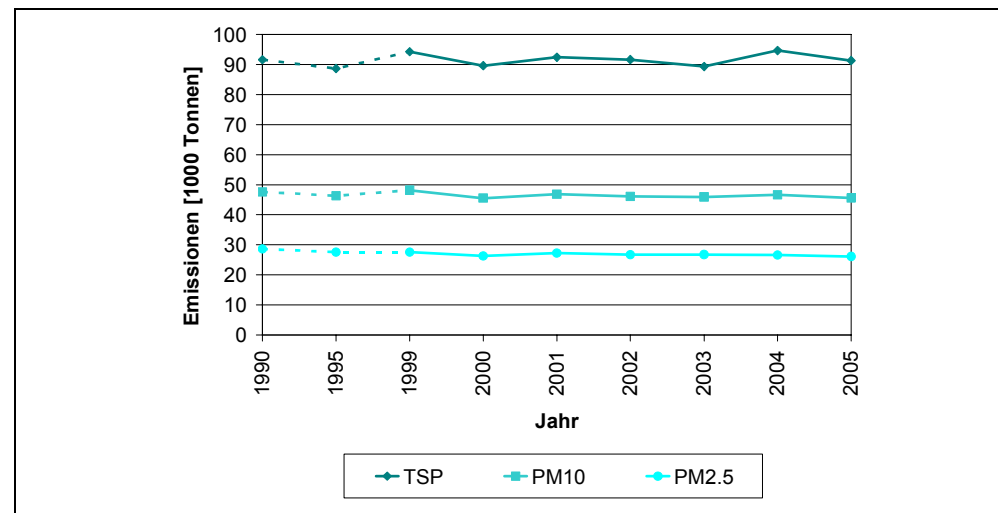
Die präsentierten Ergebnisse basieren weitgehend auf einer im Auftrag des Umweltbundesamt für die Jahre 1990, 1995 und 1999 erstellten Emissionsinventur für Staub (UMWELTBUNDESAMT 2001b). Für die Sektoren Landwirtschaft und Verkehr erfolgte im Jahr 2005 eine Überarbeitung der Berechnungen (basierend auf EEA 2005, HINZ 2005, EMPA/PSI 2003).

Zur Verringerung der hohen Unsicherheiten (insbesondere bei den diffusen Quellen) ist jedoch immer noch Forschungsbedarf gegeben. Derzeit erfolgt eine Überarbeitung und Aktualisierung der Österreichischen Emissionsinventur für Staub. Die Ergebnisse werden in die nächste Inventur eingearbeitet und voraussichtlich 2008 publiziert.

5.1 Gesamttrend

In folgender Abbildung sind die Staubemissionen Österreichs für die Jahre 1990, 1995 und 1999 bis 2005 dargestellt. Die Daten der Jahre 1991–1994 und 1996–1998 wurden mittels Interpolation ermittelt und sind daher gestrichelt dargestellt.

Abbildung 33:
Emissionen von TSP,
PM10 und PM2,5 für
1990, 1995 und
1999 bis 2005.



Von 1990 bis 2005 sind die TSP-Emissionen Österreichs annähernd gleich geblieben, sie betragen 2005 rund 91.0000 Tonnen. Die PM10-Emissionen haben in diesem Zeitraum um 4 % auf rund 45.500 Tonnen abgenommen. Bei den PM2,5-Emissionen konnte ein Rückgang um 9 % auf etwa 26.000 Tonnen verzeichnet werden.

Von 2004 auf 2005 sind die TSP-Emissionen um 3 % gesunken, die PM10-Emissionen und die PM2,5-Emissionen konnten jeweils um 2 % reduziert werden.

Hauptverantwortlich für den TSP-Emissionsanstieg von 2003 auf 2004 waren die mit der guten Getreideernte 2004 einhergehenden verstärkten Ernteaktivitäten im Sektor Landwirtschaft. Im Jahr 2005 ist ein Rückgang des Erzeugungsvolumens zu verzeichnen, was zu geringeren Emissionen führte.

5.2 Entwicklung nach Sektoren

Folgende Sektoren sind maßgebliche Verursacher der Staubemissionen:

- Industrie (vor allem Bautätigkeit);
- Kleinverbrauch (Hausbrand, vor allem feste Brennstoffe);
- Verkehr (im Wesentlichen Abgasemissionen, Emissionen aus Abrieb- und Bremsvorgängen sowie die vor allem in Städten bedeutende Emissionsquelle der Aufwirbelung von Straßenstaub);
- 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 Kleinverbrauch sowie des Sektors Sonstige für die Jahre 1990, 1995 und 1999 bis 2005 dargestellt.

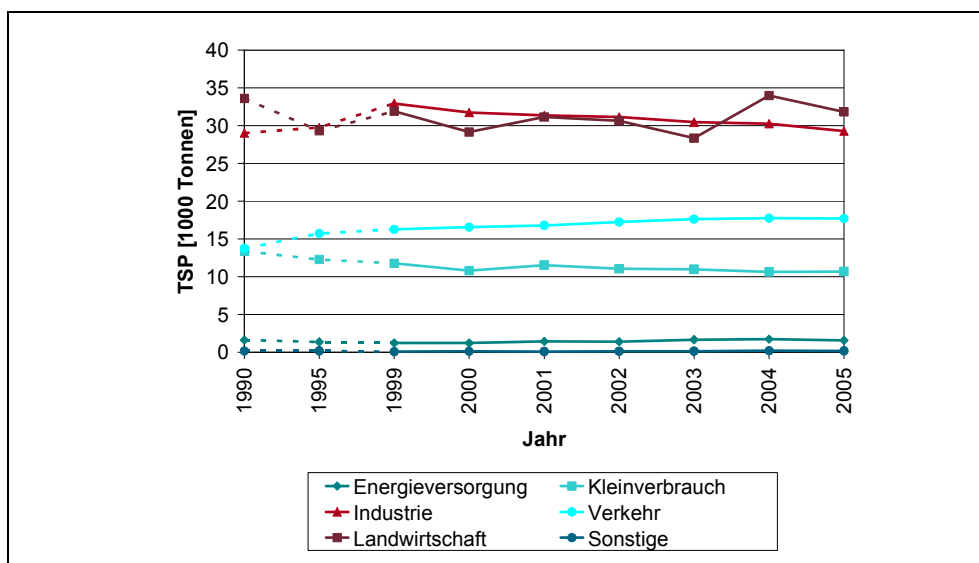


Abbildung 34:
Trend der TSP-
Emissionen nach
Sektoren für 1990, 1995
und 1999–2005.

Abbildung 35:
Trend der PM10-
Emissionen nach
Sektoren für 1990, 1995
und 1999–2005.

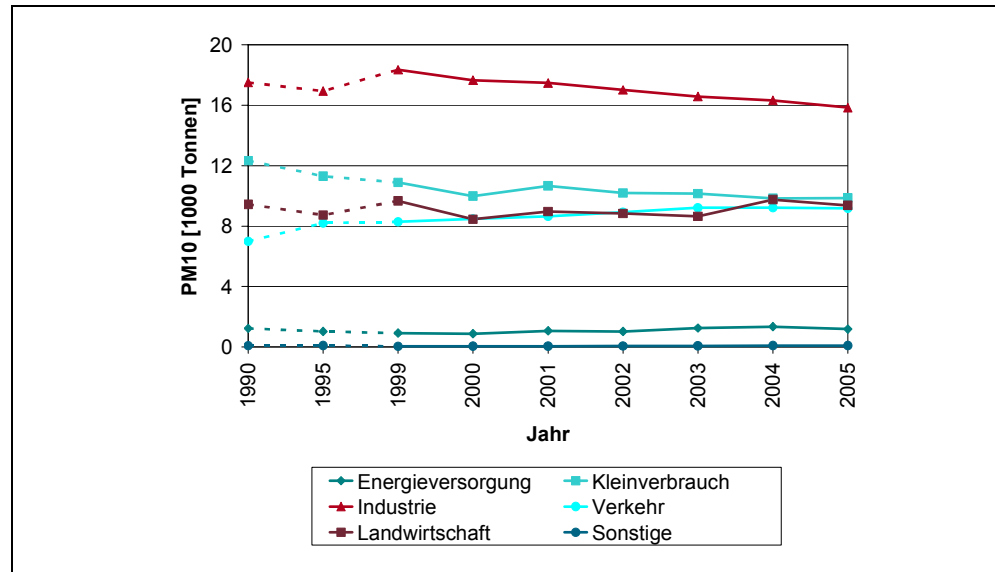
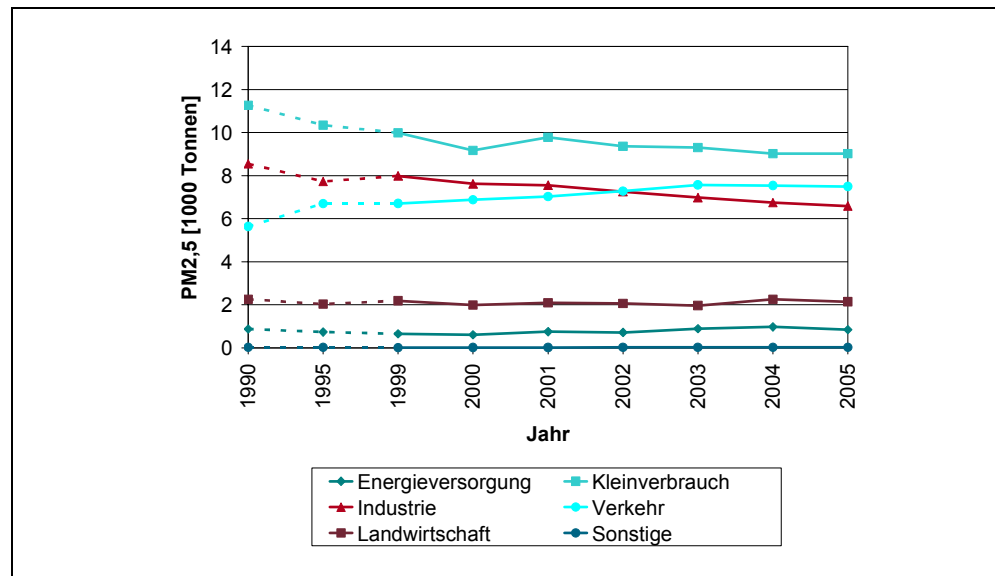


Abbildung 36:
Trend der PM2,5-
Emissionen nach
Sektoren für 1990, 1995
und 1999 bis 2005.



Emissionen des Sektors Energieversorgung

Im Jahr 2005 produzierte die österreichische Energieversorgung 2 % der gesamten TSP-Emissionen und jeweils 3 % der österreichischen PM10- und PM2,5-Emissionen. Hauptverantwortlich hierfür waren die Strom- und Fernwärmekraftwerke: Etwa 40 % der gesamten TSP-Emissionen des Sektors Energieversorgung stammen von zwei Kraftwerken, in denen etwa 40 % des Primärenergiebedarfs, vornehmlich in Form von Stein- und Braunkohle, eingesetzt wird. Weitere 40 % der TSP-Emissionen der Energieversorgung stammen aus Strom- und Fernwärmekraftwerken, deren Primärenergiebedarf (5 %) vornehmlich durch Holzabfälle gedeckt wird. Durch Kraft-Wärmekopplungsanlagen weisen diese Kraftwerke jedoch einen deutlich höheren Wirkungsgrad und somit höhere Endenergie auf.

Von 1990 bis 2005 haben die TSP-Emissionen aus dem Sektor Energieversorgung um 3 %, die PM10-Emissionen und die PM2,5-Emissionen um je 4 % abgenommen.



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.

In der Elektrizitätswirtschaft werden jährlich bis zu 78 % der Stromversorgung durch Wasserkraftwerke bereitgestellt. Bedingt durch die variierenden klimatischen Gegebenheiten und die daraus resultierende schwankende Wasserführung der Flüsse, variiert die Strommenge aus Wasserkraftwerken jährlich. Kann viel Energie aus Wasserkraftwerken gewonnen werden, muss wenig Energie in kalorischen Kraftwerken erzeugt werden und umgekehrt. Somit variieren auch die Emissionen aus kalorischen Kraftwerken jährlich.

Emissionen des Sektors Kleinverbrauch

Der Sektor Kleinverbrauch verursachte 2005 12 % der gesamten TSP-Emissionen, 22 % der gesamten PM10-Emissionen und 35 % der gesamten PM2,5-Emissionen. Wichtigste Emittenten sind hierbei private Haushalte, Gewerbe sowie öffentliche und private Dienstleistungen.

Im Zeitraum von 1990 bis 2005 konnten sowohl die TSP-Emissionen als auch die PM10-Emissionen und die PM2,5-Emissionen des Sektors Kleinverbrauch um jeweils 20 % reduziert werden.

Ein Großteil der Emissionen aus diesem Bereich wird durch Feuerungsanlagen verursacht, die mit Kohle, Öl oder Biomasse betrieben werden, wobei manuell betriebene Öfen für feste Brennstoffe besonders viel Staub produzieren. 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.

Knapp ein Viertel der Staubemissionen des Kleinverbrauchs 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

Im Jahr 2005 verursachte die Industrie 32 % der österreichischen TSP-Emissionen, 35 % der österreichischen PM10-Emissionen und 25 % der österreichischen PM2,5-Emissionen. Als wesentliche Quellen sind die Aktivitäten im Bausektor sowie in der mineralverarbeitenden Industrie zu nennen.

Die TSP-Emissionen der Industrie sind von 1990 bis 2005 um 1 % gestiegen. Die PM10-Emissionen sind im selben Zeitraum um 10 % und die PM2,5-Emissionen sogar um 23 % gesunken.

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 (diffuse) Emissionsquellen stellen z. B. die verschmutzten oder unbefestigten Verkehrswege auf einem Betriebsgelände während der Sommerperiode dar.

Wesentliche Minderungsmaßnahmen erfolgten im Betrachtungszeitraum 1990 bis 2005 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.

Emissionen des Sektors Verkehr

Im Jahr 2005 produzierte der Verkehr 19 % der gesamten TSP-Emissionen, 20 % der gesamten PM10-Emissionen und 29 % der gesamten PM2,5-Emissionen Österreichs. Hauptverantwortlich hierfür waren die Emissionen aus dem Straßenverkehr.

Von 1990 bis 2005 haben die TSP-Emissionen des Sektors Verkehr um 29 % zugenommen, die PM10-Emissionen sind im selben Zeitraum um 31 % und die PM2,5-Emissionen um 33 % gestiegen.

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 wird seit dem Vorjahr nun auch 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 verursacht der preisbedingte Kraftstoffexport ungefähr 9 % der TSP-Abgasemissionen, 18 % der PM10 und 21 % der PM2,5-Abgasemissionen dieses Sektors (Aufwirbelung und Abrieb werden für das Ausland nicht berechnet).

Emissionen des Sektors Landwirtschaft

Die Landwirtschaft verursachte 2005 35 % der gesamten TSP-Emissionen, 21 % 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.

Von 1990 bis 2005 sind die TSP-Emissionen und die PM2,5-Emissionen um je 5 % gesunken. Die PM10-Emissionen haben um 1 % abgenommen.

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)²⁰;
- Abgasemissionen der Traktoren und anderer landwirtschaftlicher Geräte, diese Emissionen werden jedoch im vorliegenden Bericht im Sektor Kleinverbrauch 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.

Der deutliche Anstieg der landwirtschaftlichen Staubemissionen von 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.

Nach der Getreide-Rekordernte 2004 ist im heimischen Getreideanbau im Jahr 2005 ein Rückgang des Erzeugungsvolumens zu verzeichnen, was zu geringeren Emissionen führte.

Emissionen des Sektors Sonstige

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

Von 1990 bis 2005 sind die TSP-Emissionen um 10 %, die PM10-Emissionen um 8 % und die PM2,5-Emissionen um 5 % gestiegen. Die Steigerung der Emissionen in diesem Sektor resultiert aus Maßnahmen zur Instandsetzung alter Deponien.

Der Anteil der Emissionen dieses Sektors an den gesamten TSP- sowie PM10- und PM2,5-Emissionen liegt jeweils deutlich unter 0,5 % und ist somit von untergeordneter Bedeutung.

²⁰ Bei den Emissionsdaten handelt es sich um Angaben zum Ausstoß von Schwebstaub aus gefassten und diffusen primären Quellen.

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 (CLRTAP²¹) 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 Cadmium (Cd), Quecksilber (Hg) und Blei (Pb) 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).

Im Jahr 2005 wurde von der Europäischen Kommission eine Gemeinschaftsstrategie für Quecksilber erstellt (KOM/2005/0020 endg.), die auf die Verringerung der Auswirkungen des Quecksilbers und seiner Risiken für die Umwelt und die menschliche Gesundheit abzielt.

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 Schwermetallemissionen für das Jahr 2005 wurden auf Grundlage dieser Studie ermittelt. Für einzelne Prozesse, Anlagen und Standorte konnte eine Aktualisierung mittels prozess- oder anlagenspezifischen Daten erzielt werden.

Hauptverursacher und Trend

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

In Abbildung 37 ist die Entwicklung des anthropogenen Ausstoßes von Cadmium, Quecksilber und Blei von 1990 bis 2005 dargestellt (Angabe als Index in Prozent).

²¹ United Nations Economic Commission for Europe/Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (UNECE/LRTAP): Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen

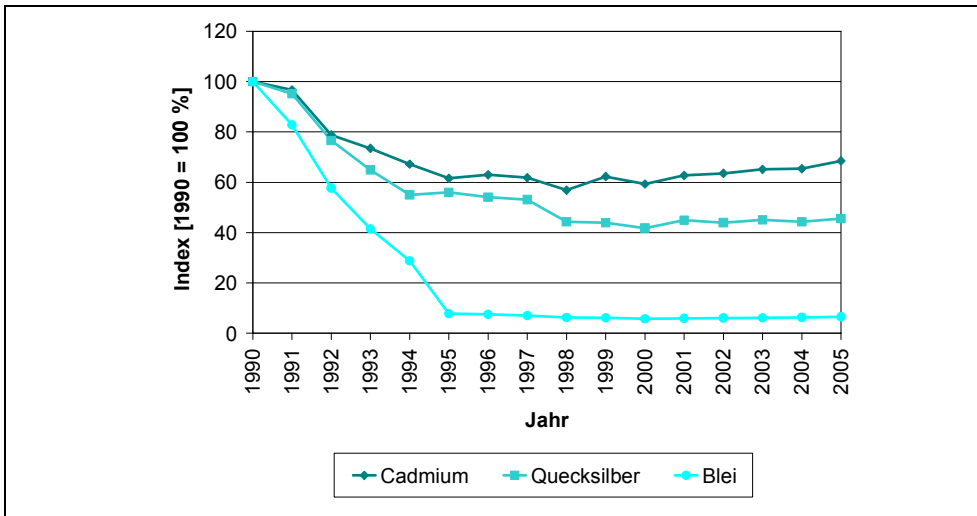


Abbildung 37:
Index-Verlauf der
österreichischen
Schwermetallemissionen
(Cd, Hg und Pb) von
1990–2005
(in Prozent).

Von 1990 bis 2005 konnten die Emissionen von Cadmium (–31 %) und von Quecksilber (–54 %) auf je etwa eine Tonne reduziert werden. Die Blei-Emissionen nahmen um 93 % ab, was vor allem durch das Verbot von bleihaltigem Benzin möglich wurde. Im Jahr 2005 wurden in Österreich noch 13,5 Tonnen Blei emittiert.

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)

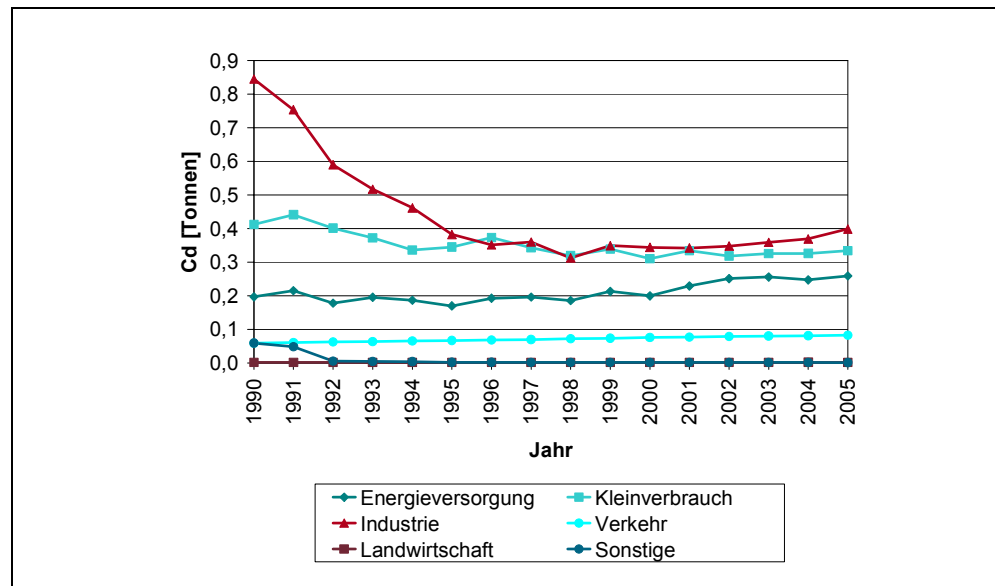
Cadmium (Cd) ist ein metallisches Element, das in geringen Konzentrationen in der Umwelt ubiquitär ist. Der anthropogene Eintritt von Cd in die Umwelt und die Aufnahme durch den Menschen hat seit Bekanntwerden der hohen gesundheitlichen Gefährdung in Österreich eine stetig zurückgehende Entwicklung. 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 2005 kamen 37 % der Cd-Emissionen aus dem Sektor Industrie, 31 % aus dem Kleinverbrauch, 24 % aus der Energieversorgung und 8 % aus dem Verkehr. Die Emissionen aus den Bereichen Landwirtschaft und Sonstige sind vernachlässigbar gering.

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

Abbildung 38:
Trend der Cd-
Emissionen nach
Sektoren von
1990–2005.



Von 1990 bis 2005 konnten die Cd-Emissionen um 31 % gesenkt werden. Die Industrie ist mit einer Abnahme um 53 % maßgeblich verantwortlich für diese Reduktion. Im Sektor Kleinverbrauch wurde der Cd-Ausstoß im selben Zeitraum um 19 % verringert, im Sektor Sonstige konnten die Cd-Emissionen fast vollständig abgebaut werden (–97 %). Im Gegensatz dazu sind die Emissionen in der Energieversorgung (32 %) und beim Verkehr (41 %) gestiegen.

Ursachen

Cadmium ist in Brennstoffen enthalten und wird bei der Verbrennung, vorwiegend zusammen mit Staubpartikeln, freigesetzt. 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 Emissionen 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. Bei der Zementherstellung fallen ebenfalls Cd-Emissionen an.

Als Hauptfaktoren für die Reduktion der Cd-Emissionen sind Einzelmaßnahmen in der Industrie (z. B. verbesserte Staubabscheidung bei Verbrennungsanlagen) zu nennen. In den letzten Jahren wurde diese Reduktion durch einen deutlichen Produktionsanstieg jedoch geschmälert.

Die Abnahme der Cd-Emissionen im Sektor Kleinverbrauch ist auf einen Rückgang des Einsatzes von Kohle, Koks und Briquetts sowie schwerem Heizöl als Brennstoff zurückzuführen.

Der Cd-Anstieg des Energieversorgungssektors 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.

Durch wachsendes Verkehrsaufkommen vor allem im Schwerlastbereich wird Cd zunehmend im Verkehrssektor durch Reifen- und Bremsabrieb freigesetzt.

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 2005 verursachte die Industrie 56 % der gesamten Hg-Emissionen, 22 % kamen vom Kleinverbrauch, 20 % von der Energieversorgung und 2 % produzierte der Sektor Sonstige. Die Hg-Emissionen der Landwirtschaft und des Verkehrs sind vernachlässigbar gering.

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

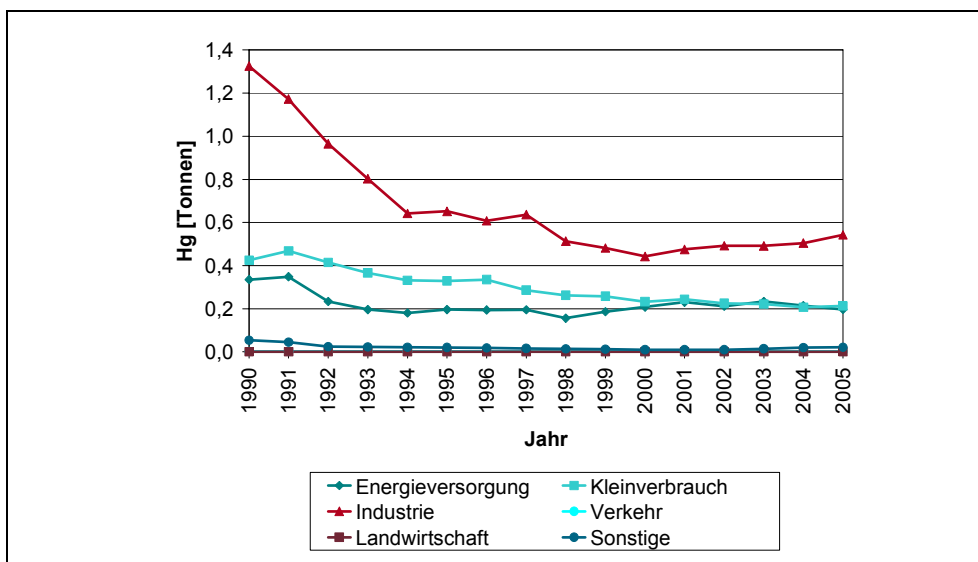


Abbildung 39:
Trend der Hg-
Emissionen nach
Sektoren von
1990–2005.

Die Hg-Emissionen sanken von 1990 bis 2005 um 54 %. Die Industrie konnte in diesem Zeitraum ihren Hg-Ausstoß um 59 % reduzieren. Im Sektor Kleinverbrauch gelang es, die Hg-Emissionen um 50 % zu verringern und im Sektor Energieversorgung um 41 %. Im Sektor Sonstige wurde eine Abnahme von 62 % erreicht.

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, Kleinverbrauch 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.

Die Abnahme der Quecksilberemissionen der Industrie von 1990 bis 2005 ist vor allem auf einen Rückgang der Chlorproduktion und Verfahrensumstellung bei der einzigen Anlage zur Herstellung von Chlor in Österreich 1998 zurückzuführen. Die leichte Zunahme der Hg-Emissionen der Industrie in den letzten Jahren wurde durch einen deutlichen Produktionsanstieg in der metallverarbeitenden Industrie verursacht.

Die Abnahme der Hg-Emissionen im Sektor Kleinverbrauch ist auf einen Rückgang des Einsatzes von Kohle, Koks und Briketts sowie schwerem Heizöl als Brennstoff zurückzuführen.

Im Sektor Energieversorgung führten diverse Reduktionsmaßnahmen (Errichtung von gekapselten Förderanlagen für Kohle und Asche, Einbau von (Elektro-)Filter und Nachbehandlung durch Nasswäsche) zu einer Reduktion der österreichischen Hg-Emissionen im betrachteten Zeitraum. 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. Von 2004 auf 2005 konnte allerdings eine Abnahme der Emissionen in diesem Sektor um 8 % erreicht werden.

Zu beachten ist, 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 Blei 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 2005 verursachte die Industrie einen Anteil von 70 % der österreichischen Pb-Emissionen, vom Kleinverbrauch kamen 20 % und aus der Energieversorgung 10 %. Die Emissionen aus dem Verkehr waren 2005 ebenso wie die Emissionen aus der Landwirtschaft und dem Sektor Sonstige vernachlässigbar gering.

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

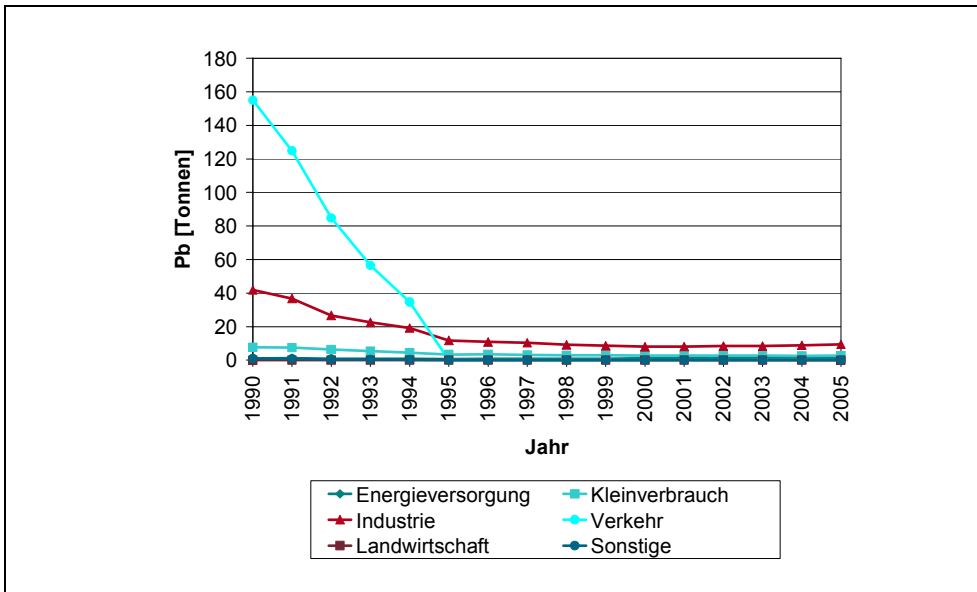


Abbildung 40:
Trend der Pb-
Emissionen nach
Sektoren von
1990–2005.

Von 1990 bis 2005 konnten die gesamten Bleiemissionen um 93 % gesenkt werden. Dieser starke Rückgang ist vor allem auf den Sektor Verkehr (–100 %) und den Sektor Industrie (–77 %) zurückzuführen. Der Sektor Kleinverbrauch konnte seine Pb-Emissionen um 66 % reduzieren. Im Bereich der Energieversorgung kam es hingegen zu einer Zunahme von 24 %.

Ursachen

Für die Bleiemissionen Österreichs sind in erster Linie die Eisen- und Stahlindustrie, der Hausbrand sowie die gewerblichen und industriellen Verbrennungsanlagen verantwortlich. Durch den Einsatz von Emissionsminderungsmaßnahmen (z. B. (Elektro-)Filter, Nasswäschanlagen usw.) in Feuerungs- und sonstigen Industrieanlagen, konnte jedoch der Ausstoß an Blei deutlich reduziert werden.

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

Der Emissionszuwachs im Sektor Energieversorgung ist auf den zunehmenden Einsatz von Holz und Holzabfällen in kleineren Heizwerken sowie auf den variierenden Steinkohleeinsatz bei kalorischen Kraftwerken zurückzuführen. Von 2004 auf 2005 kam es – bedingt durch die Herabsetzung des Steinkohleeinsatzes – zu einer Abnahme der Pb-Emissionen um 18 %.

Wesentliche Faktoren für die fast vollständige Reduzierung der Bleiemissionen im Verkehrssektor waren die Einführung bleifreier Ottokraftstoffe im Jahre 1984, das nationale Verbot bleihaltigen Normalbenzins 1986 und der Verzicht auf bleihaltige Bremsbeläge.

7 PERSISTENTE ORGANISCHE VERBINDUNGEN

Unter persistenten organischen Schadstoffen (POPs)²² 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-Protokoll zum Übereinkommen von 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung wurde als erste Maßnahme zur Beschränkung der aus den POPs resultierenden Risiken vereinbart und gilt für Europa und Nordamerika. Ziel dieses Protokolls ist die Begrenzung, Verringerung oder völlige Verhinderung der Ableitung, Emission und unbeabsichtigten Freisetzung persistenter organischer Schadstoffe. Die vom Protokoll erfassten Stoffe²³ 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, das so genannte dreckige 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 Tabaktee enthalten sind. Sie entstehen in erster Linie als Produkte unvollständiger Verbrennung.

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 41 angegebenen PAKs bezieht sich auf diese vier Verbindungen.

Trend

In folgender Abbildung ist die Entwicklung des anthropogenen Ausstoßes von PAKs von 1990 bis 2005 dargestellt.

²² POPs: Persistent Organic Pollutants

²³ Aldrin, Chlordan, Chlordacon, DDT, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Hexachlorbenzol (HCB), Mirex, Toxaphen, Hexachlorcyclohexan (HCH), Hexabrombiphenyl, Polychlorierte Biphenyle (PCBs), Dioxine / Furane (PCDD/F), Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), kurzkettige Chlorparaffine, (SCCP), Pentachlorphenol (PCP)

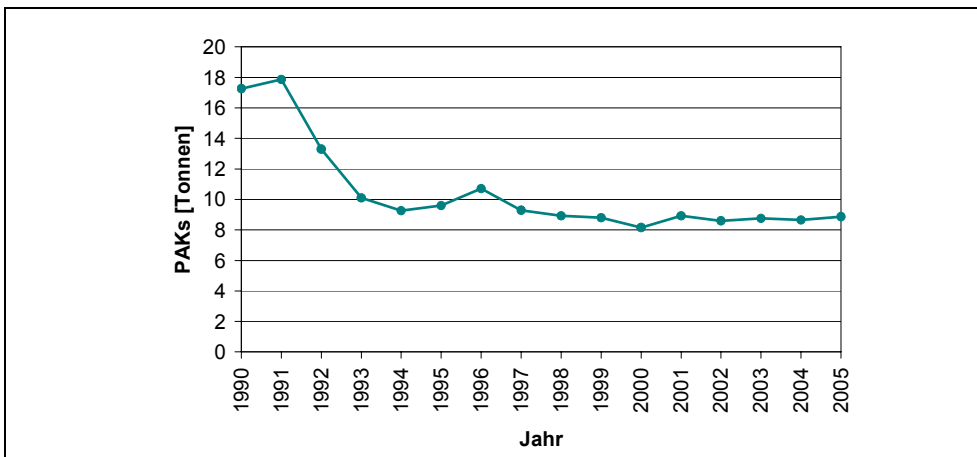


Abbildung 41:
Trend der PAK-
Emissionen von
1990–2005.

Die PAK-Emissionen Österreichs konnten von 1990 bis 2005 um 49 % reduziert werden. Von 2004 auf 2005 kam es zu einem Anstieg von 3 % auf rund 8,9 Tonnen PAKs.

Hauptverursacher und Trends

Im Jahr 2005 verursachte der Kleinverbrauch rund 75,1 % der gesamten PAKs, der Verkehr 18,0 %, die Industrie rund 4,5 % und die Landwirtschaft rund 2,3 %. Die Sektoren Energieversorgung und Sonstige verursachen vernachlässigbar geringe Emissionen an PAKs.

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

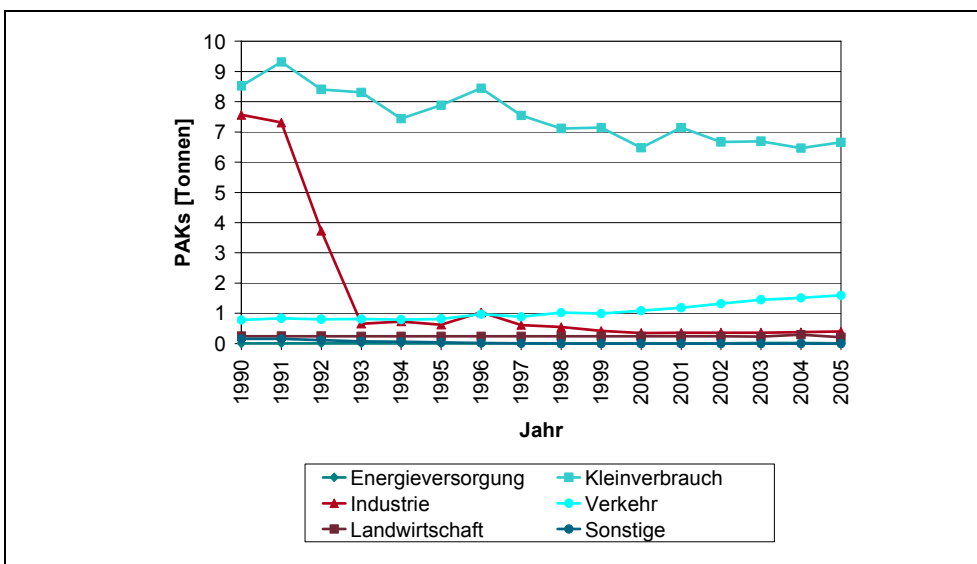


Abbildung 42:
Trend der PAK-
Emissionen nach
Sektoren von
1990–2005.

Von 1990 bis 2005 konnte die Industrie die mengenmäßig größten Reduktionen erzielen (–95 %), gefolgt vom Sektor Kleinverbrauch mit einer Abnahme von 22 %. In der Landwirtschaft ist eine Abnahme um 15 % zu verzeichnen. Im Bereich des Verkehrs kam es seit 1990 hingegen zu einer Zunahme von 105 %.

Ursachen

Das Verbot der offenen Strohverbrennung am Feld Ende der 80er Jahre sowie die Einstellung der Primäraluminiumproduktion Anfang der 90er Jahre führten zu einer beachtlichen Reduktion der Emissionen von PAKs in den Sektoren Landwirtschaft und Industrie.

Die PAK-Emissionen aus dem Kleinverbrauch 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 PAK-Emissionen des Verkehrs sind von 1990 bis 2005 durch die steigenden Fahrleistungen im Straßenverkehr stetig angestiegen. Ein Minderungspotenzial ergibt sich in Zukunft aus der Reduktion der Rußemissionen dieselbetriebener Fahrzeuge, da die PAKs größtenteils an diese Mikropartikel angelagert sind.

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.

Zur Gruppe der Dioxine zählen 75 polychlorierte Dibenzop-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 entstehen als Nebenprodukte zahlreicher industrieller Prozesse und Verbrennungsvorgänge. Sie können sich bei der Verbrennung von organischem kohlenstoffhaltigen Material in Anwesenheit von organischen oder anorganischen Halogen-Verbindungen in einem bestimmten Temperaturbereich (300–600°C) – dem so genannten Dioxin-Fenster – bilden. Auch natürliche Prozesse wie z. B. durch Blitzschlag verursachte Waldbrände, 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-Aluminiumherzeugung, die Gewinnung und Produktion von Eisen und Stahl sowie jene Branchen, die Holz und Holzreststoffe thermisch verwerten, verursacht. Branchen, die aufgrund der verwendeten Verfahren, der Einsatzstoffe sowie der Betriebsbedingungen Anlagen mit hohem Dioxinmissionspotenzial 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

In folgender Abbildung ist der Trend der Dioxinmissionen Österreichs dargestellt.

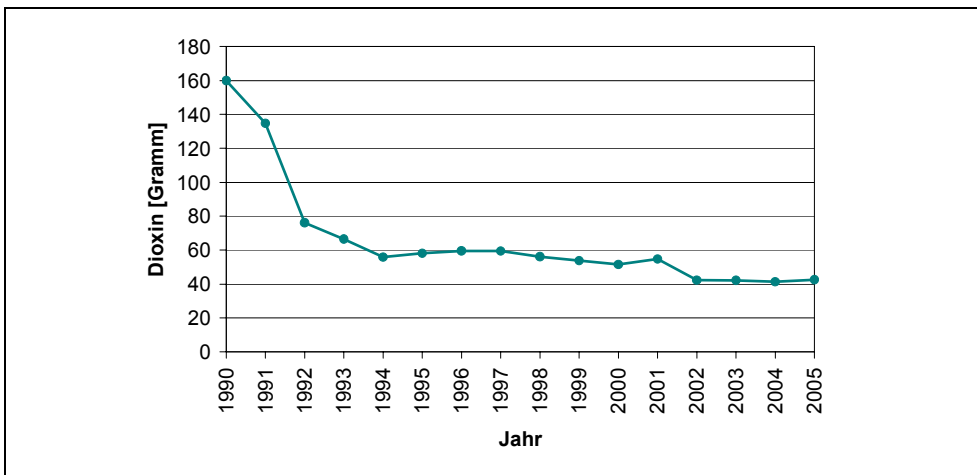


Abbildung 43:
Trend der
Dioxinmissionen
von 1990–2005.

Von 1990 bis 2005 konnten die Dioxinmissionen um 73 % gesenkt werden, wobei in den ersten drei Jahren mit Abstand die größte Emissionsminderung verzeichnet werden konnte. Im Verlauf des Jahres 2002 konnte eine Reihe anstehender Reduktionspotenziale erfolgreich umgesetzt werden, sodass in diesem Jahr eine deutliche Emissionsreduktion erreicht werden konnte. Von 2004 auf 2005 kam es zu einem Anstieg von 3 % auf rund 43 Gramm Dioxin.

Hauptverursacher und Trends

Im Jahr 2005 verursachte der Kleinverbrauch 75 % der gesamten Dioxin-Emissionen, 20 % kamen vom der Industrie, 3 % vom Verkehr und 2 % von der Energieversorgung. Die Sektoren Landwirtschaft und Sonstige verursachen vernachlässigbar geringe Dioxin-Emissionen.

In folgender Abbildung sind die Emissionstrends der sechs Verursachersektoren dargestellt.

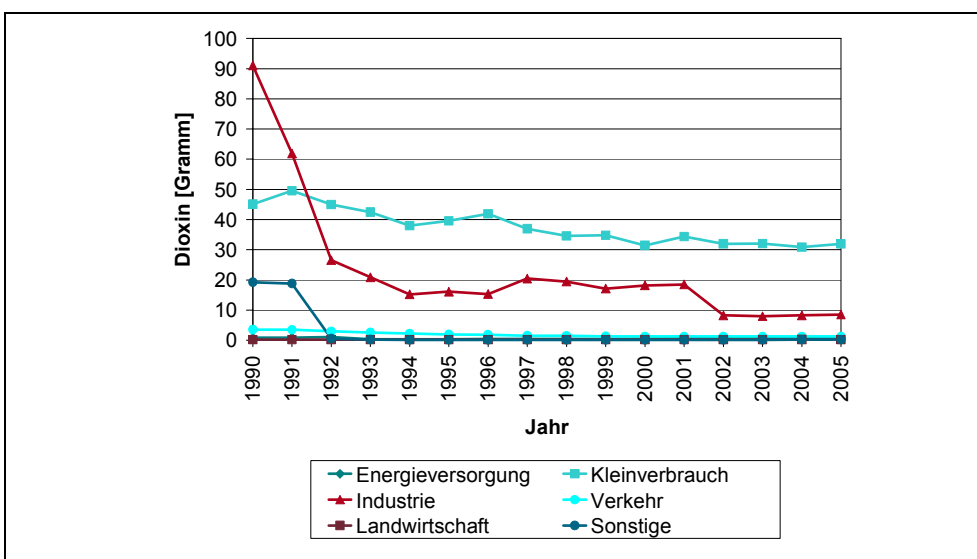


Abbildung 44:
Trend der
Dioxinmissionen
nach Sektoren
von 1990–2005.

Von 1990 bis 2005 war die Industrie mit einer Abnahme von 91 % maßgeblich verantwortlich für die Reduktion der Dioxinmissionen in Österreich. Die Emissionen im Sektor Sonstige konnten fast vollständig abgebaut werden (–99 %), wodurch sich der Anteil dieses Sektors an den Gesamtemissionen von 12 % im Jahr 1990 auf weit unter 1 % im Jahr 2005 verringerte. Im Sektor Kleinverbrauch wurde der Dioxin-Ausstoß im selben Zeitraum um 29 %, im Verkehr um 65 % und in der Energieversorgung um 20 % reduziert.

Ursachen

Seit Ende der 80er Jahre konnten die Dioxinmissionen erheblich reduziert werden. Dies ist vor allem auf umfangreiche Maßnahmen zur Emissionsminderung zurückzuführen, die in der Industrie und bei den Müllverbrennungsanlagen gesetzt wurden. Auslöser für die Reduktion der Emissionen Ende der 80er Jahre war der Erlass der Luftreinhalteverordnung, 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.

Seit 1992 verursacht der Kleinverbrauch die meisten Dioxinmissionen (Heizungs- und Kleinf Feuerungsanlagen, insbesondere Verbrennung von festen Brennstoffen). Im Bereich der Kleinf Feuerungsanlagen 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.

Bis Anfang der 90er Jahre enthielten auch die Abgase von Kraftfahrzeugen polychlorierte (aber auch polyhalogenierte) Dibenzodioxine und Dibenzofurane. Der Einsatz von halogenhaltigen Scavengern²⁴ (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. HCB ist auch ein Zwischenprodukt bei der Herstellung chlorierter Lösungsmittel.

Trend

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

²⁴ Scavenger („Verflüchtiger“) waren in den früher den Kraftstoffen zugesetzten Bleiadditiven enthalten, um Bleiablagerungen im Motor und damit Betriebsstörungen zu verhindern.

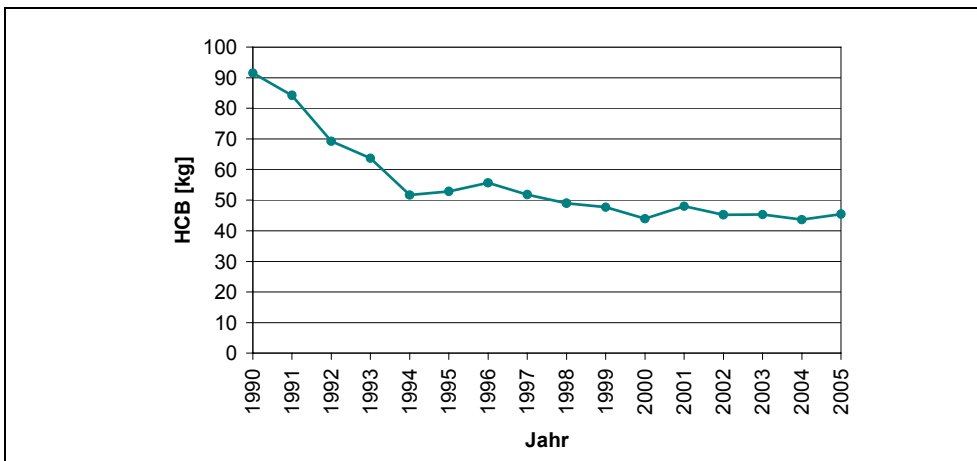


Abbildung 45:
Trend der HCB-
Emissionen
von 1990–2005.

Von 1990 bis 2005 konnten die gesamten HCB-Emissionen Österreichs um insgesamt 50 % auf rund 45 Kilogramm gesenkt werden. Die größten Reduktionen erfolgten in der ersten Hälfte der 90er Jahre. Von 2004 auf 2005 kam es zu einem Anstieg von 4 %.

Hauptverursacher und Trends

Im Jahr 2005 war der Sektor Kleinverbrauch (Kleinfeuerungsanlagen) mit einem Anteil von 87 % Hauptverursacher der HCB-Emissionen. Die Industrie hatte einen Anteil von 11 %. Je rund 1 % der Emissionen kamen aus der Energieversorgung und dem Verkehr. Die Emissionen aus dem Sektor Sonstige und der Landwirtschaft sind vernachlässigbar gering.

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

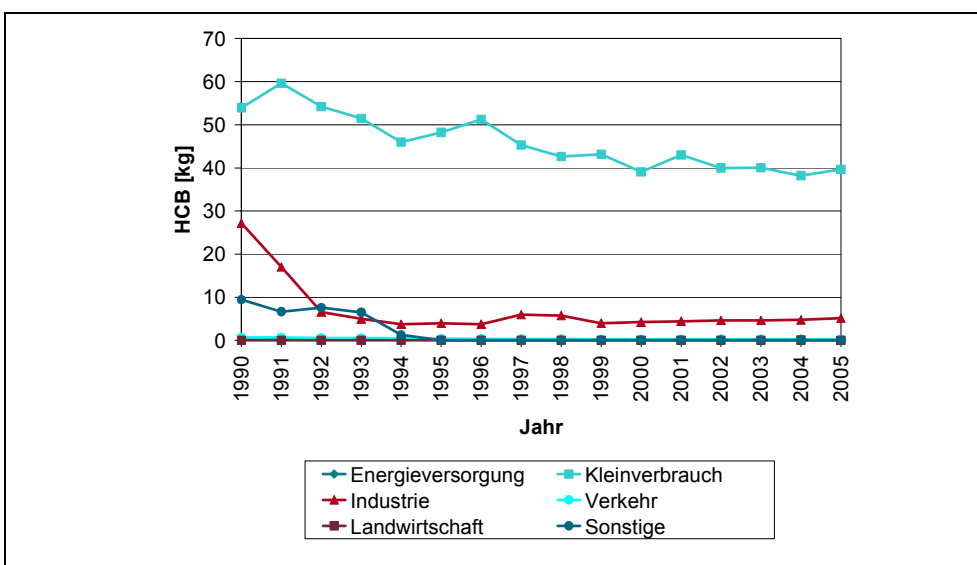


Abbildung 46:
Trend der HCB-
Emissionen
nach Sektoren
von 1990–2005.



Von 1990 bis 2005 konnte die Industrie die mengenmäßig weitaus größten Reduktionen erzielen (–81 %), gefolgt vom Sektor Kleinverbrauch (–26 %). Im Sektor Sonstige konnte die Emissionen fast zu 100 % abgebaut werden, dadurch verringerte sich der Anteil an den Gesamtemissionen von 10 % im Jahr 1990 auf weit unter 1 % im Jahr 2005.

Ursachen

Die Reduktionen in der Industrie sind vor allem auf Maßnahmen zur Minderung der Emissionen in der Eisen- und Stahlindustrie zurückzuführen. Zusätzlich ist HCB als Nebenprodukt bei der Produktion von chlorierten Kohlenwasserstoffen angefallen, die Produktion wurde jedoch zu Beginn der 90er Jahre schrittweise eingestellt.

Die Abnahme der Emissionen im Bereich des Kleinverbrauchs ist auf den geringeren Einsatz von Holz und Kohle beim Hausbrand zurückzuführen.

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

8 EMISSIONEN NACH SEKTOREN

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die sechs Verursacherektoren der österreichischen Luftschadstoffemissionen (Energieversorgung, Kleinverbrauch, Industrie, Verkehr, Landwirtschaft, Sonstige). Für jeden Sektor werden nur jene Treibhausgase und Luftschadstoffe behandelt, deren Anteil an den österreichischen Gesamtemissionen mindestens 5 % beträgt. Im Kapitel 1.5 dieses Berichtes ist die Verursachereinteilung dargestellt.

8.1 Energieversorgung

Der Sektor Energieversorgung 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 Abbildung 47 sind jene Treibhausgase und Luftschadstoffe aus dem Sektor Energieversorgung dargestellt, deren Anteil an den Gesamtemissionen zumindest 5 % beträgt.

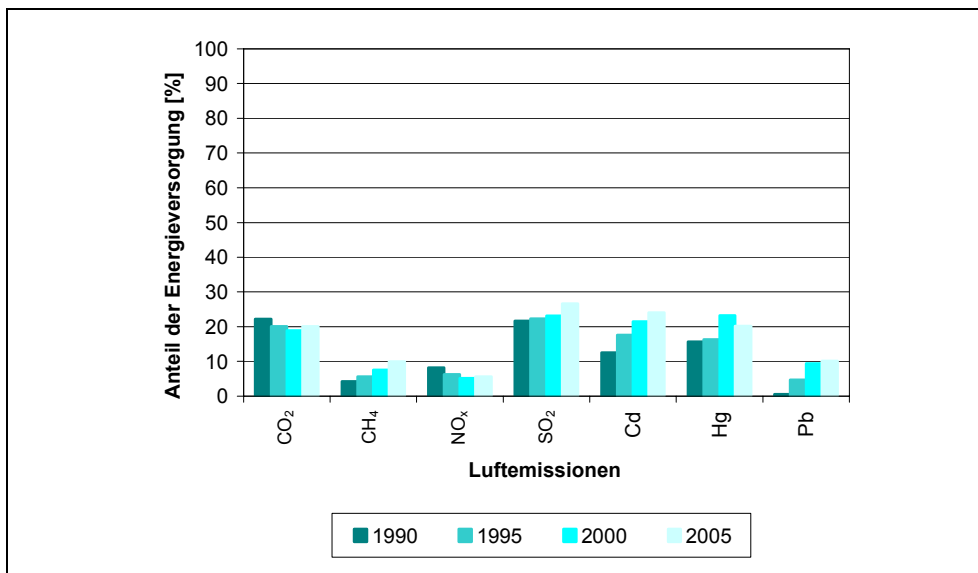


Abbildung 47:
Anteil des Sektors
Energieversorgung an
den Gesamtemissionen.

Im Jahr 2005 verursachte der Sektor Energieversorgung 20 % der CO₂-, 10 % der CH₄-, 6 % der NO_x- und 27 % der SO₂-Emissionen Österreichs. Auch bei den Schwermetallen Cd (24 %), Hg (20 %) und Pb (10 %) zählte die Energieversorgung zu den Hauptverursachern.

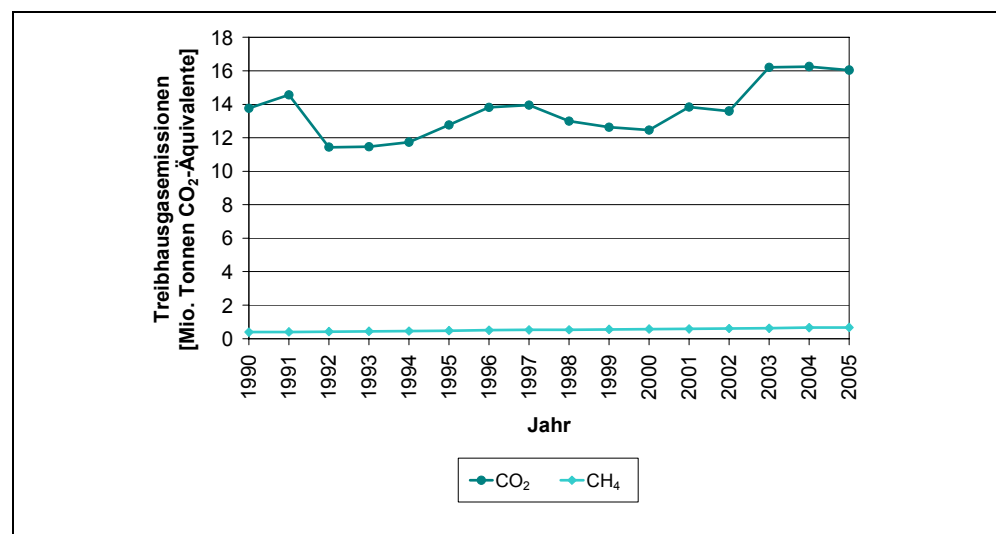
Die sektoralen Anteile der Methan-, Schwefeldioxid- und Schwermetallemissionen sind seit 1990 angestiegen, da in anderen Sektoren verhältnismäßig stärker reduziert wurde.

Treibhausgase

96 % der Treibhausgasemissionen aus diesem Sektor waren im Jahr 2005 CO₂-Emissionen und 4 % CH₄-Emissionen. Die Emissionen von Lachgas sind in diesem Sektor von untergeordneter Bedeutung.

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

Abbildung 48:
CO₂- und CH₄-
Emissionen des Sektors
Energieversorgung
1990 bis 2005.



Trends und Ursachen

Die CO₂-Emissionen der Energieversorgung sind von 1990 bis 2005 um insgesamt 17 % angestiegen. Von 2004 auf 2005 ist eine Abnahme der CO₂-Emissionen um 1,3 % zu verzeichnen.

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. Hauptgrund für den starken Anstieg der CO₂-Emissionen 2003 gegenüber 2002 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.

Von 2004 auf 2005 kam es zu einer Abnahme der CO₂-Emissionen aus der öffentlichen Strom- und Wärmeproduktion in kalorischen Kraftwerken trotz eines steigenden Strom- und Wärmeverbrauchs. Treibende Kräfte dafür waren der Rückgang des Einsatzes von Kohle und Erdöl, die durch das weniger CO₂ intensive Erdgas ersetzt wurden, sowie eine Zunahme der Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern.

Die CH₄-Emissionen des Sektors Energieversorgung sind seit 1990 um 73 % gestiegen, was im Wesentlichen auf den Ausbau des Erdgas- und Pipelinetzes und die damit verbundenen Leckageverluste zurückzuführen ist. Weitere Methanemissionen entstehen bei den Produktionsprozessen der Raffinerie sowie der Erdöl- und Erdgasförderung.

Emissionshandel

Der Emissionshandel ist ein Instrument der flexiblen Mechanismen des Kyoto-Protokolls. Energieintensive Betriebe aus der Energieversorgung müssen mit ihren Kohlendioxidemissionen seit 1.1.2005 am Europäischen Emissionshandelssystem teilnehmen. Dieses System verwendet als Emissionsberechtigungen Zertifikate, die aus Kyoto-Einheiten hergestellt werden. Für die erste EU-Emissionshandelsperiode 2005–2007 wurde die Emissionszuteilung im 1. Nationalen Zuteilungsplan (National Allocation Plan, NAP-1) für Österreich festgelegt. Ein Entwurf des Nationalen Zuteilungsplans für die zweite Handelsperiode (2008–2012; NAP-2) wurde an die Europäische Kommission übermittelt.

Im Jahr 2005 wurden erstmals geprüfte Emissionen von den betroffenen Betrieben gemeldet. Für diese mussten die Betriebe Zertifikate im Emissionshandelsregister einlösen. Die gemeldeten Emissionen waren bei den Anlagen der Energieversorgung im Durchschnitt höher als die Menge der zugeteilten Zertifikate, sodass die Betriebe überwiegend Zertifikate zukaufen mussten.

Klassische Luftschadstoffe

Folgende Abbildung zeigt den Ausstoß von NO_x und SO₂ des Sektors Energieversorgung im Zeitraum von 1990 bis 2005.

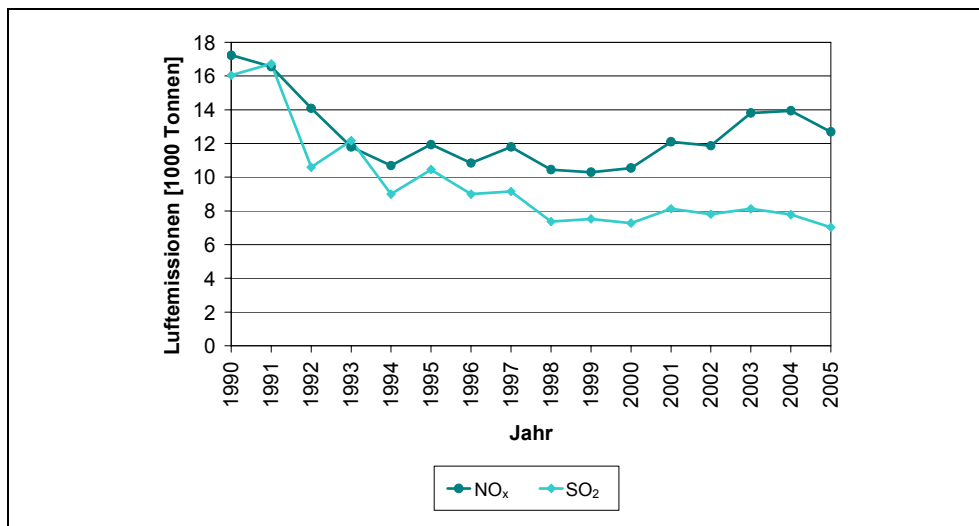


Abbildung 49:
NO_x und SO₂-
Emissionstrends
des Sektors
Energieversorgung
1990–2005.

Trends und Ursachen

Die NO_x-Emissionen der Energieversorgung konnten von 1990 bis 2005 um insgesamt 26 % reduziert werden, wobei bis zum Jahr 2000 eine rückläufige Tendenz zu erkennen war. 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.

Ab dem Jahr 2000 gab es massive Anstiege des NO_x-Ausstoßes, die sich auf die vermehrte Stromproduktion in kalorischen Kraftwerken zurückführen lassen. Es kam zu einer Zunahme des Einsatzes von Kohle und Erdgas zur Stromproduktion sowie von Biomasse zur Fernwärmeerzeugung.

Von 2004 auf 2005 konnte wieder eine Abnahme der NO_x-Emissionen um 9 % verzeichnet werden, bedingt durch einen Rückgang des Einsatzes von Kohle und Erdöl.

Die SO₂-Emissionen der Energieversorgung konnten von 1990 bis 2005 um insgesamt 56 % verringert werden.

Der starke Rückgang der SO₂-Emissionen im Sektor 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 wie z. B. Erdgas.

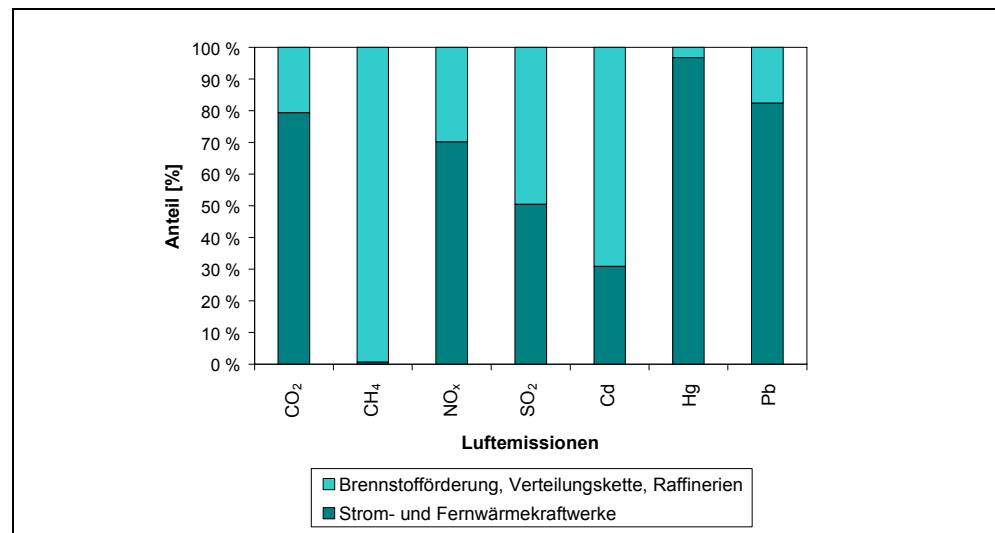
Von 2004 auf 2005 kam es zu einer Abnahme der SO₂-Emissionen um 10 %, bedingt durch einen Rückgang des Einsatzes von Kohle und Erdöl.

Schwermetalle

Von 1990 bis 2005 konnte die Energieversorgung ihre Hg-Emissionen um 41 % reduzieren, während die Cd-Emissionen um 32 % und die Pb-Emissionen um 24 % zunahmen.

In folgender Abbildung ist der Anteil der Emissionen öffentlicher Strom- und Fernwärmekraftwerke am Sektor Energieversorgung für 2005 dargestellt.

Abbildung 50:
Anteile der Emissionen
öffentlicher Strom- und
Fernwärmekraftwerke
am Sektor
Energieversorgung
2005.



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

8.2 Kleinverbrauch

Der Sektor Kleinverbrauch 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 1.5) beinhaltet diese Gruppe auch die Offroad-Geräte des Kleinverbrauchs (mobile Maschinen wie Rasenmäher, land- und forstwirtschaftliche Geräte wie z. B. Traktoren).

Hauptschadstoffe

Der Sektor Kleinverbrauch verursacht mindestens 5 % der Gesamtemissionen der in Abbildung 51 dargestellten Treibhausgase und Luftschadstoffe.

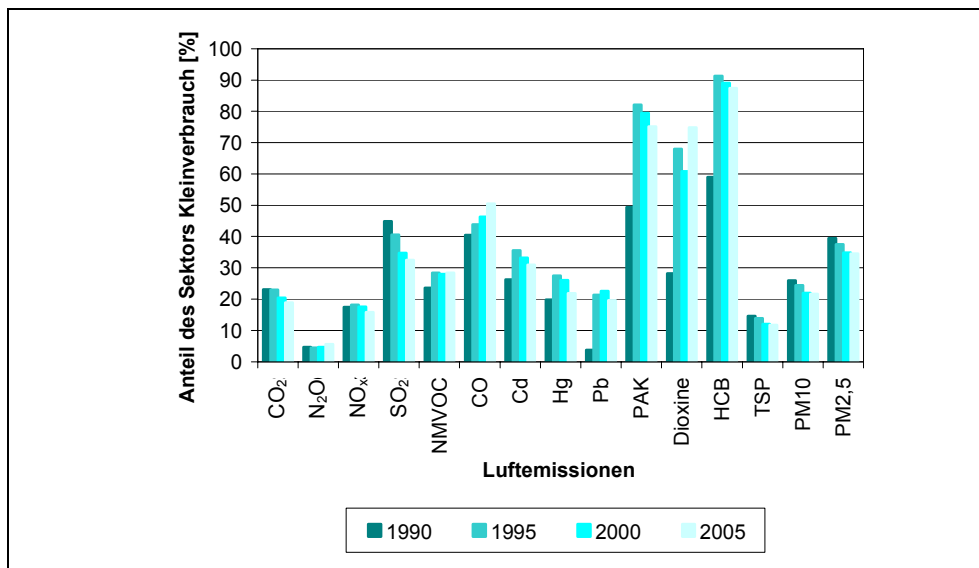


Abbildung 51:
Anteil des Sektors
Kleinverbrauch an den
Gesamtemissionen.

Im Jahr 2005 verursachte der Kleinverbrauch 19 % der CO₂-Emissionen, 6 % der N₂O-Emissionen, 16 % der NO_x-Emissionen, 32 % der SO₂-Emissionen, 28 % der NMVOC-Emissionen, 50 % der CO-Emissionen, 31 % der Cd-Emissionen, 22 % der Hg-Emissionen, 20 % der Pb-Emissionen, 75 % der PAK-Emissionen, 75 % der Dioxin-Emissionen, 87 % der HCB-Emissionen, 12 % der TSP-Emissionen, 22 % der PM10- und 35 % der PM2,5-Emissionen.

Die zunehmenden bzw. nach wie vor hohen Anteile bestimmter Luftschadstoffe dieses Sektors am österreichischen Gesamtausstoß lassen sich teilweise mit der vergleichsweise stärkeren Reduktion in anderen Sektoren erklären. Ein Beispiel dafür ist der SO₂-Ausstoß im Sektor Kleinverbrauch: 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.

Generell entwickeln sich die Emissionen des Kleinverbrauchs stark in Abhängigkeit von der Temperaturentwicklung und dem damit verbundenen Heizaufwand.

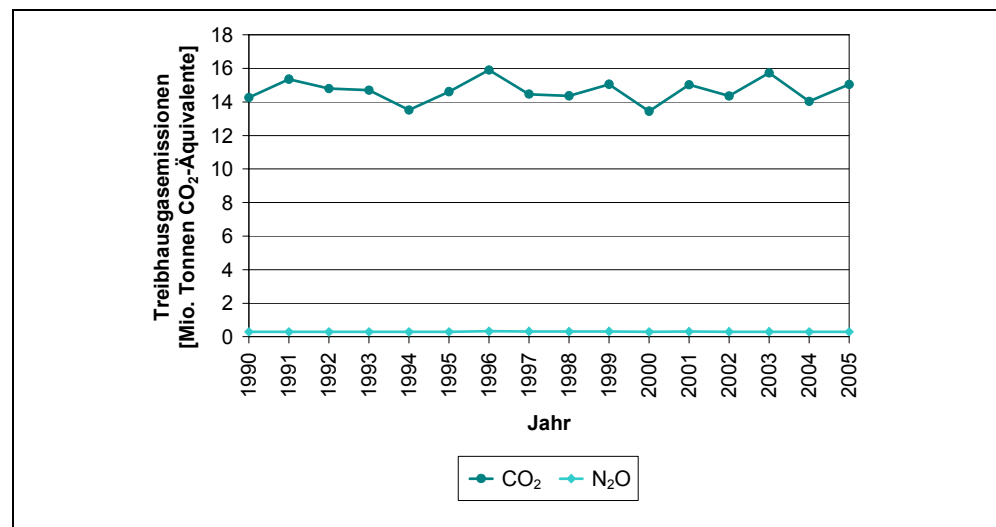
Zu beachten ist, dass, abgesehen von CO₂, SO₂ und NO_x, mangels aktueller und repräsentativer Feldmessungen die Unsicherheit der Abschätzungen für die anderen Luftschadstoffe vergleichsweise hoch ist. Vor allem bei manuell bestückten Heizungen, insbesondere älterer Bauart, haben das Heizverhalten, die Qualität des Brennstoffs sowie die Dimensionierung und Wartung einer Heizanlage großen Einfluss auf die Bildung von Kohlenmonoxid, unverbrannten Kohlenwasserstoffen, Staub und persistenten organischen Verbindungen.

Treibhausgase

Die Treibhausgasemissionen des Kleinverbrauchs setzten sich 2005 aus 96 % CO₂-Emissionen und aus je 2 % Methan und Lachgas zusammen. Da der Anteil des Kleinverbrauchs an den gesamten CH₄-Emissionen weniger als 5 % beträgt, wird auf diesen Schadstoff hier nicht näher eingegangen.

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

Abbildung 52:
CO₂- und N₂O-
Emissionen des
Kleinverbrauchs
1990–2005.



Trends und Ursachen

Die CO₂-Emissionen des Kleinverbrauchs sind von 1990 bis 2005 um insgesamt 5 % gestiegen. Von 2004 auf 2005 ist eine Zunahme von 7 % zu verzeichnen, die im Wesentlichen auf die Zunahme der Heizgradtage in der Heizperiode 2005 und den dadurch erhöhten Brennstoffeinsatz zurückzuführen ist.

Einsparungen durch Effizienzsteigerungen im Bereich der Raumwärme wurden durch den Trend zu mehr und größeren Wohnungen je Einwohner weitgehend kompensiert. Der Rückgang von Öl und Kohle zugunsten von Gas und Biomasse als Brennstoff wirkt sich positiv auf den Emissionstrend aus.

Die N₂O-Emissionen des Kleinverbrauchs stiegen seit 1990 um 1 %.

Klassische Luftschadstoffe

Folgende Abbildung zeigt den Ausstoß von NO_x, SO₂, CO und NMVOC des Kleinverbrauchs im Zeitraum von 1990 bis 2005.

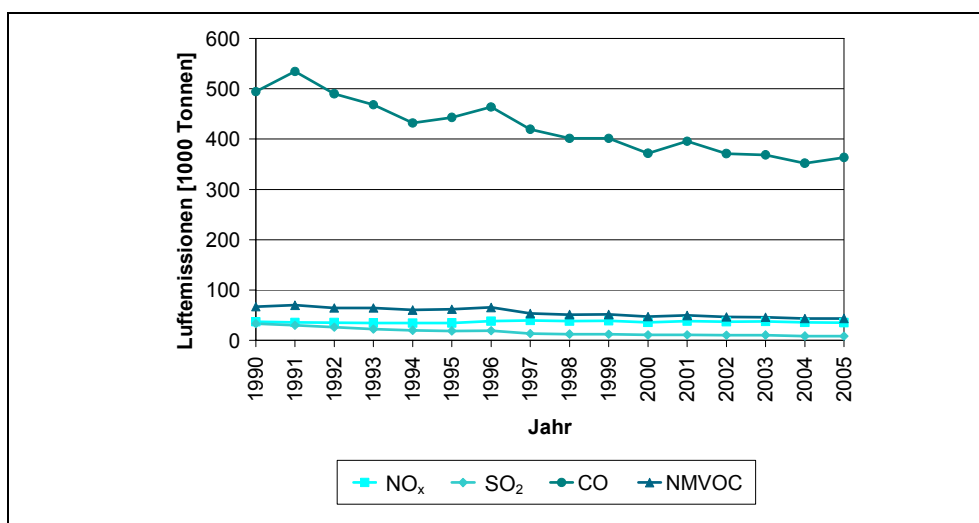


Abbildung 53:
NO_x, SO₂, CO- und
NMVOC-Emissionen
des Kleinverbrauchs
1990–2005.

Trends und Ursachen

Die CO-Emissionen des Sektors Kleinverbrauch sind von 1990 bis 2005 um 26 % gesunken. Für die noch immer relativ hohen Emissionen in diesem Bereich sind die schlechten Verbrennungsvorgänge in veralteten Heizungsanlagen, insbesondere in Holzöfen, verantwortlich.

Die NMVOC-Emissionen sind im selben Zeitraum um 35 % gesunken. Auch hier sind veraltete Holzfeuerungsanlagen für die noch immer relativ hohen Emissionen verantwortlich.

Bei den SO₂-Emissionen konnte seit 1990 eine Reduktion um 74 % erzielt werden. Grund für den starken Rückgang der Emissionen ist die Absenkung des Schwefelanteils in Mineralölprodukten sowie die verstärkte Nutzung schwefelärmerer Brennstoffe wie z. B. Erdgas.

Die NO_x-Emissionen des Kleinverbrauchs konnten von 1990 bis 2005 um lediglich 3 % reduziert werden.

Schwermetalle

Von 1990 bis 2005 konnten die Cd-Emissionen des Kleinverbrauchs um 19 % gesenkt werden, die Hg-Emissionen konnten im selben Zeitraum um 50 % reduziert werden und die Pb-Emissionen sanken um 66 %.

Für die Schwermetallemissionen dieses Sektors ist der Hausbrand verantwortlich, sie entstehen bei der Verfeuerung fester Brennstoffe sowohl biogener als auch fossiler Herkunft.

Persistente organische Verbindungen

Die PAK-Emissionen aus dem Sektor Kleinverbrauch sind seit 1990 um 22 % 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 Dioxinmissionen haben von 1990 bis 2005 um 29 % abgenommen. Im Jahr 2005 verursachte der Kleinverbrauch 75 % dieser Emissionen. Langfristig kann eine Reduktion des Ausstoßes durch die Umstellung von Einzelöfen auf Zentralheizungsanlagen erfolgen. Wesentliche Einflussfaktoren sind aber auch der Brennstoffverbrauch und der Brennstoffmix.

Im Jahr 2005 war der Kleinverbrauch mit 87 % Hauptverursacher der HCB-Emissionen. Von 1990 bis 2005 konnte eine Abnahme von 26 % erzielt werden, was auf den geringeren Einsatz von Kohle und die Modernisierung von Holzheizungen zurückzuführen ist.

Besonders hohe Emissionen an PAKs, Dioxinen und HCB entstehen bei der verbotenen Mitverbrennung von häuslichen Abfällen in Einzelöfen und veralteten so genannten Allesbrennern.

Staub

Ein Großteil der Emissionen aus dem Kleinverbrauch wird durch Feuerungsanlagen verursacht, die mit Kohle, Öl und Biomasse betrieben werden (speziell Öfen für feste Brennstoffe mit manueller Bedienung). Knapp ein Viertel der Feinstaubemissionen des Kleinverbrauchs wird durch land- und forstwirtschaftliche Maschinen und andere Geräte verursacht.

Von 1990 bis 2005 konnten sowohl die TSP-Emissionen als auch die PM10-Emissionen und die PM2,5-Emissionen des Kleinverbrauchs um jeweils 20 % reduziert werden. 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 des Kleinverbrauchs 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, PAKs, Dioxinen, HCB und PM2,5.

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 (neue, effiziente und emissionsarme Stückholzheizungen, Hackschnitzelheizungen und Pellets-

öfen). Bei Pellets- und Einzelöfen gibt es besonders starke Zuwächse im Kesselbestand. In den letzten zehn Jahren konnte der Rückgang des Holzofenbestands meist nicht ganz durch die Installation neuer Holzheizungen substituiert werden, 2004 und 2005 ist das jedoch primär durch den Markterfolg der Pelletsheizungen wieder gelungen.

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

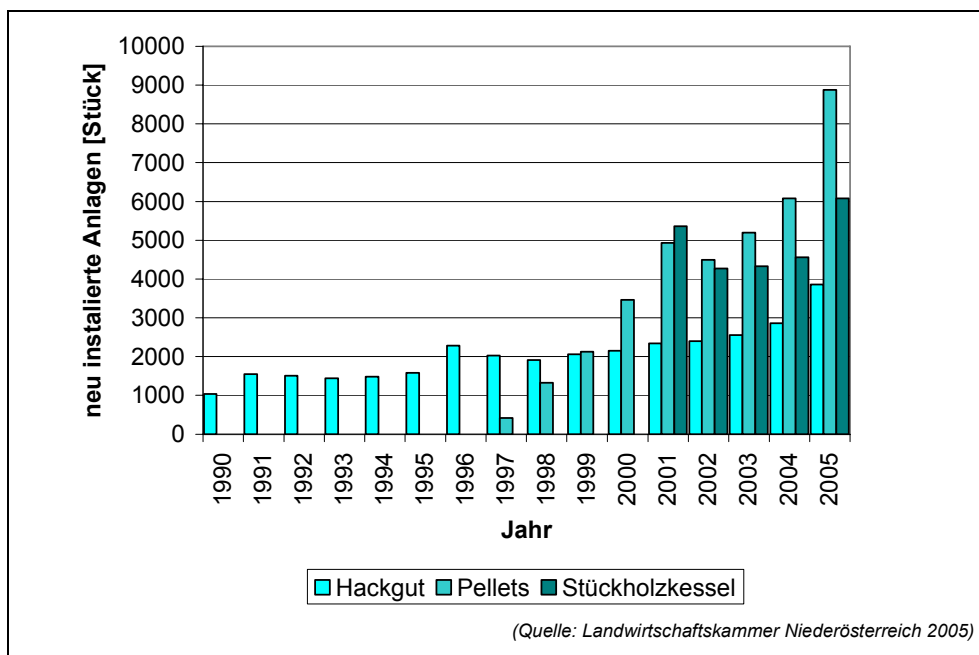


Abbildung 54:
Jährliche Neu-
Installation von
Biomassekesseln unter
100 kW Nennleistung in
ganz Österreich.

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 Neuanlagen unterstützt nicht nur die Warmwasserbereitung sondern auch die Raumheizung.

Wegen des hohen Ölpreises ist der Anteil der Ölheizungen an den Neuanlagen rückgängig. Kohle verliert zwar als Brennstoff weiter stark an Bedeutung, kann aber noch erheblich zur lokalen Emissionsbelastung beitragen. Bei neu installierten Erdgas-Zentralheizungskesseln sind emissionsarme und energieeffiziente Brennwertgeräte mittlerweile Standard.

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

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

Zu beachten ist, dass die Emissionen der Fernwärme und der Strom erzeugenden kalorischen Kraftwerke nicht dem Sektor Kleinverbrauch sondern der Verursachergruppe Energieversorgung zugeordnet werden.

8.3 Industrie

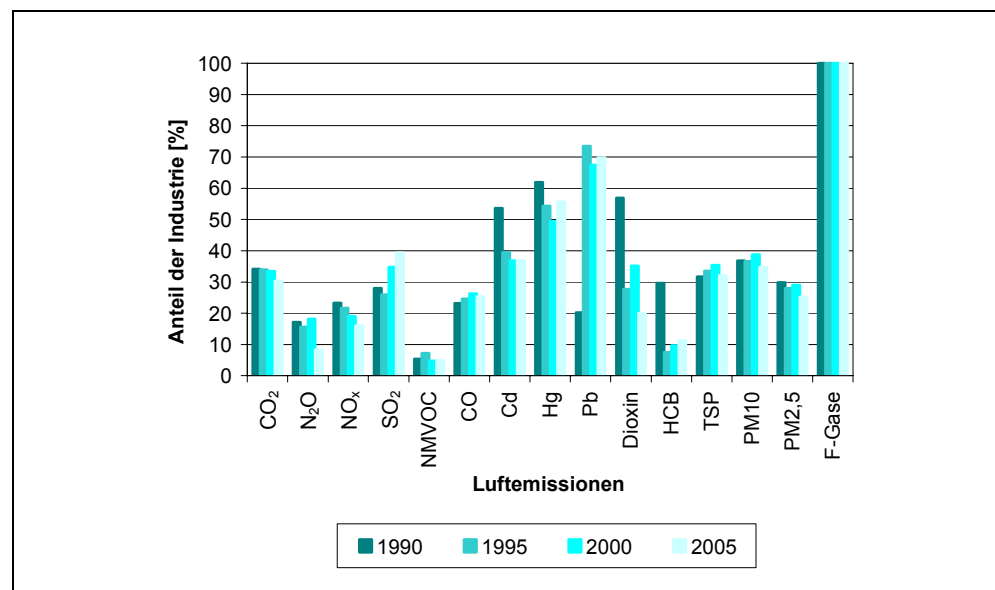
Im Sektor Industrie sind sehr unterschiedliche Verursacher von Luftschadstoffen zusammengefasst. Er beinhaltet z. B. die Schwerindustrie (Eisen- und Stahlindustrie), die chemische Industrie, die Papierindustrie, die industrielle Nahrungsmittelproduktion und den Bergbau (ohne Brennstoffförderung, vgl. Kapitel 1.5). Baumaschinen und andere Offroad-Geräte der Industrie werden ebenfalls diesem Sektor zugerechnet.

Hauptschadstoffe

In Abbildung 55 sind jene Luftschadstoffe und Treibhausgase aus dem Sektor Industrie dargestellt, deren Anteil an den Gesamtemissionen im Jahr 2005 zumindest 5 % betrug.

Fluorierte Gase (F-Gase) werden definitionsgemäß ausschließlich vom Sektor Industrie emittiert, eine detaillierte Beschreibung des Trends ist in Kapitel 2.4.4 zu finden.

Abbildung 55:
Anteil der Industrie an
den Gesamtemissionen



Im Jahr 2005 verursachte die Industrie 30 % der CO₂-Emissionen, 8 % der N₂O-Emissionen, 16 % der NO_x-Emissionen, 39 % der SO₂-Emissionen, 5 % der NMVOC-Emissionen, 25 % der CO-Emissionen, 37 % der Cd-Emissionen, 56 % der Hg-Emissionen, 70 % der Pb-Emissionen, 20 % der Dioxin-Emissionen, 11 % der HCB-Emissionen, 32 % der TSP-Emissionen, 35 % der PM10- und 25 % der PM2,5-Emissionen.

Die starke Zunahme des SO₂-Anteils des Sektors Industrie an den Gesamtemissionen liegt an dem verhältnismäßig stärker abnehmenden gesamtösterreichischen Emissionsniveau. Der größere Anteil des Sektors Industrie an den österreichischen Gesamtemissionen von Blei ist durch den noch stärkeren Rückgang der Blei-Emissionen des Verkehrs erklärbar.

Treibhausgase

Die Treibhausgasemissionen der Industrie setzten sich 2005 aus 93 % CO₂-Emissionen, 5 % fluorierten Gasen und 2 % Lachgas zusammen. Der Anteil der Methanemissionen an den gesamten Treibhausgasemissionen des Sektors Industrie war vernachlässigbar gering.

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

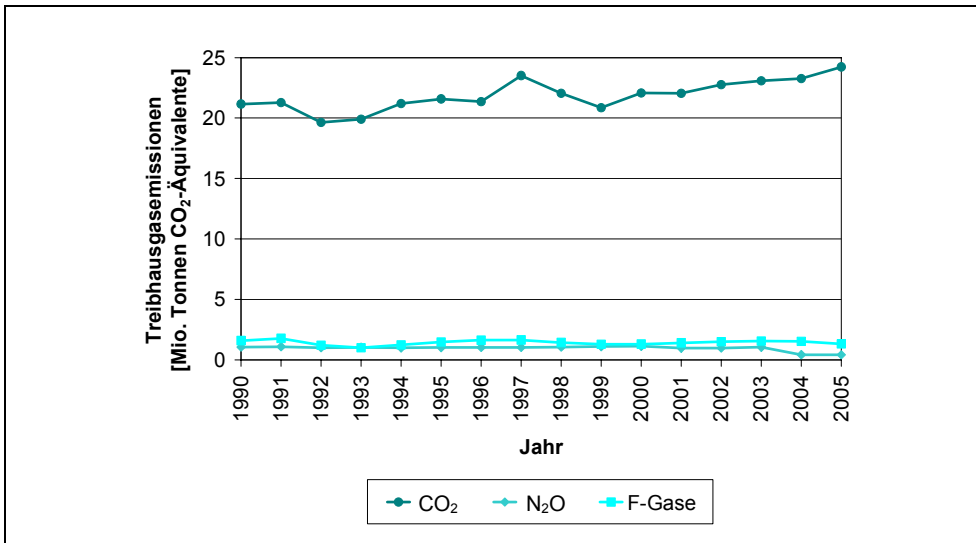


Abbildung 56:
Trend der
Treibhausgasemissionen
des Sektors Industrie
1990–2005.

Trends und Ursachen

Von 1990 bis 2005 sind die gesamten Treibhausgasemissionen des Sektors Industrie um 9 % gestiegen. Während die CO₂-Emissionen in diesem Bereich um 15 % zunahmen, sind die N₂O-Emissionen um 60 % und die F-Gas-Emissionen um 18 % gesunken. Maßgeblich für den Anstieg der Treibhausgasemissionen im Sektor Industrie war die Entwicklung der Kohlendioxidemissionen aus der Eisen- und Stahlherzeugung und aus dem Energieverbrauch der anderen Industriezweige.

Der Rückgang der Lachgasemissionen ist vor allem auf eine Abnahme dieser Emissionen von 2003 auf 2004 zurückzuführen, wobei sich die Inbetriebnahme einer Lachgas-Zerstattungsanlage in der chemischen Industrie bemerkbar machte.

Eine detaillierte Beschreibung der Entwicklung der Emissionen der fluorierten Gase ist in Kapitel 2.4.4 zu finden.

Die aktuelle Entwicklung von 2004 auf 2005 zeigt eine Zunahme der CO₂-Emissionen der Industrie um 4,1 %, zurückzuführen auf einen Anstieg der Stahlproduktion. Die N₂O-Emissionen nahmen nur geringfügig ab, während die fluorierten Gase vorwiegend durch einen verringerten Einsatz von SF₆ in der Halbleiterherstellung um 13,8 % abnahmen.

Emissionshandel

Neben der Energieversorgung (vgl. Kapitel 8.1) müssen auch die energieintensiven Anlagen des Sektors Industrie seit 1.1.2005 am Europäischen CO₂-Emissionshandelssystem teilnehmen. Für die erste EU-Emissionshandelsperiode 2005–2007 wurde die Emissionszuteilung im 1. Nationalen Zuteilungsplan (National Allocation Plan, NAP-1) für Österreich festgelegt. Für die zweite Handelsperiode (2008–2012) liegt für den Nationale Zuteilungsplan (NAP-2) ein Entwurf vor, der an die Europäische Kommission übermittelt wurde.

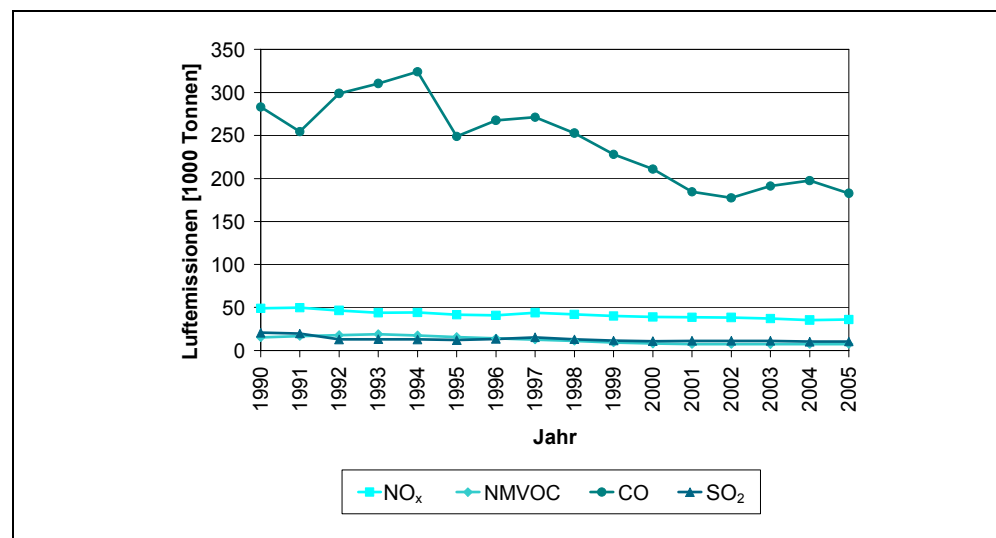
Im Jahr 2005 wurden erstmals geprüfte Emissionen von den betroffenen Betrieben gemeldet. Für diese mussten die Betriebe Zertifikate (Emissionsberechtigungen) im Emissionshandelsregister einlösen. Die gemeldeten Emissionen waren bei den Anlagen des Sektors Industrie im Durchschnitt niedriger als die Menge der zugeteilten Zertifikate.

Klassische Luftschadstoffe

Bei den klassischen Luftschadstoffen konnte die Industrie ihre Emissionen im Zeitraum von 1990 bis 2005 meist erheblich reduzieren.

In folgender Abbildung ist der Trend der NO_x-, NMVOC-, CO- und SO₂-Emissionen des Sektors Industrie dargestellt.

Abbildung 57:
Trend der NO_x-,
NMVOC-, CO- und SO₂-
Emissionen des
Sektors Industrie von
1990–2005.



Trends und Ursachen

Die NO_x-Emissionen der Industrie konnten von 1990 bis 2005 um 27 % reduziert werden. Vor allem die Produktion von Dünger- und Salpetersäure konnte ihre Emissionen durch Verfahrensumstellung senken, aber auch die Papierindustrie und die Mineral verarbeitende Industrie trugen durch Optimierung der Verbrennungstechnik und den Einsatz von Katalysatoren zur Reduktion der Emissionen bei.

Durch Optimierung der Verbrennungstechnik konnten auch die CO-Emissionen im betrachteten Zeitraum um 35 % reduziert werden.

Die NMVOC-Emissionen der Industrie sind von 1990 bis 2005 sogar um 51 % gesunken. Im Vergleich zum Vorjahresbericht hat sich der NMVOC-Trend der Industrie stark verändert. Die Änderungen sind auf Neuberechnungen der Emissionen mit Hilfe von Daten des Fachverbandes Chemische Industrie und Schätzungen von ExpertInnen zurückzuführen.

Die SO₂-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 2005 wurde im Sektor Industrie um 50 % weniger Schwefeldioxid emittiert als 1990.

Schwermetalle, Dioxine, HCB und Staub

Hauptverantwortlich für den hohen Anteil der Industrie an den Schwermetallemissionen sind die Prozesse in der Stahl- sowie der Zement- und Glaserzeugung. Die Emissionen sind von 1990 bis 2005 stark gesunken (Cd: –53 %, Hg: –59 %, Pb: –77 %).

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. Von 1990 bis 2005 kam es zu einer Senkung der Dioxin-Emissionen um 91 % und der HCB-Emissionen um 81 %.

Die TSP-Emissionen des Sektors Industrie sind seit 1990 um 1 % gestiegen, die PM₁₀-Emissionen sind im selben Zeitraum um 10 % und die PM_{2,5}-Emissionen um 23 % 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. Aufgrund des Abgleichs mit dem inländischen Kraftstoffabsatz sind hier auch jene Emissionen inkludiert, die aufgrund von in Österreich gekauftem, aber im Ausland verfahrenem Kraftstoff entstehen.

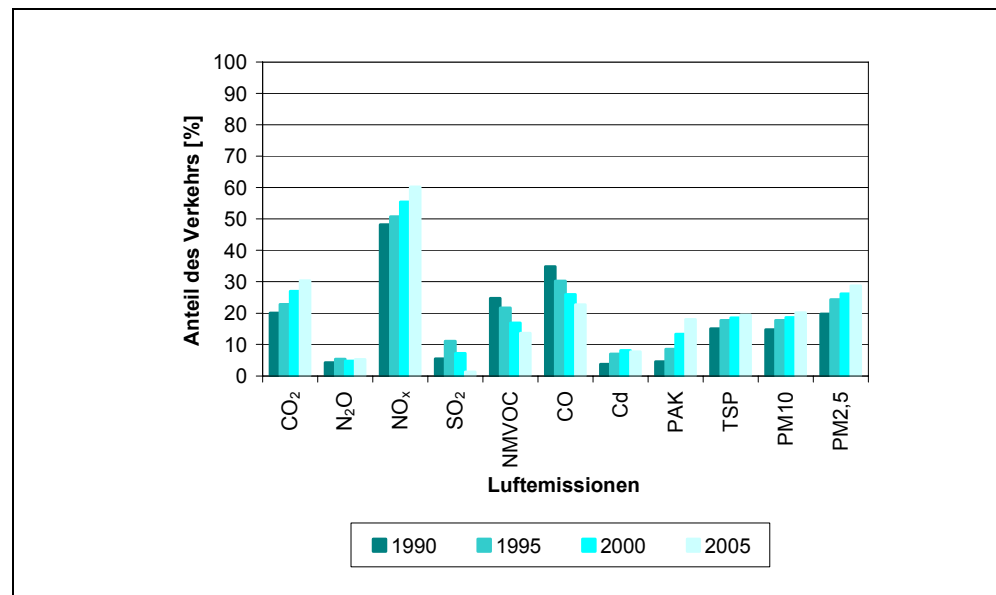
Neben dem Straßenverkehr ist der Flugverkehr jener Verkehrsträger mit den größten Steigerungsraten. In den letzten zehn Jahren hat sich auf Österreichs Flughäfen die Zahl der Flugbewegungen wie auch das Passagieraufkommen verdoppelt. Sowohl beim nationalen wie auch beim internationalen Flugverkehr sind jährlich hohe Anstiegsraten zu verzeichnen. Da jedoch die Emissionen vom internationalen Flugverkehr – gemäß den internationalen Konventionen – nur berichtet, aber nicht der nationalen Gesamtmenge zugerechnet werden, bleibt auch die Verdoppelung der CO₂-Emissionen von internationalen Flügen seit 1990 unberücksichtigt.

Die im Vergleich zum Straßenverkehr geringen Emissionen von Bahn und Schiff werden in diesem Kapitel nicht näher erörtert.

Hauptschadstoffe

In folgender Abbildung sind jene Treibhausgase und Luftschadstoffe aus dem Sektor Verkehr dargestellt, deren Anteil an den österreichischen Gesamtemissionen zumindest 5 % beträgt.

Abbildung 58:
Anteil des Verkehrssektors an den Gesamtemissionen.



Im Jahr 2005 verursachte der Sektor Verkehr 30 % der CO₂-, 5 % der N₂O-, 60 % der NO_x-, 1 % der SO₂-, 14 % der NMVOC-, 23 % der CO-, 8 % der Cd-, 18 % der PAK-, 19 % der TSP-, 20 % der PM10- und 29 % der PM2,5-Emissionen Österreichs.

Treibhausgase

99 % der gesamten Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors waren im Jahr 2005 CO₂-Emissionen und 1 % N₂O-Emissionen. Die CH₄-Emissionen aus diesem Bereich sind vernachlässigbar gering.

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

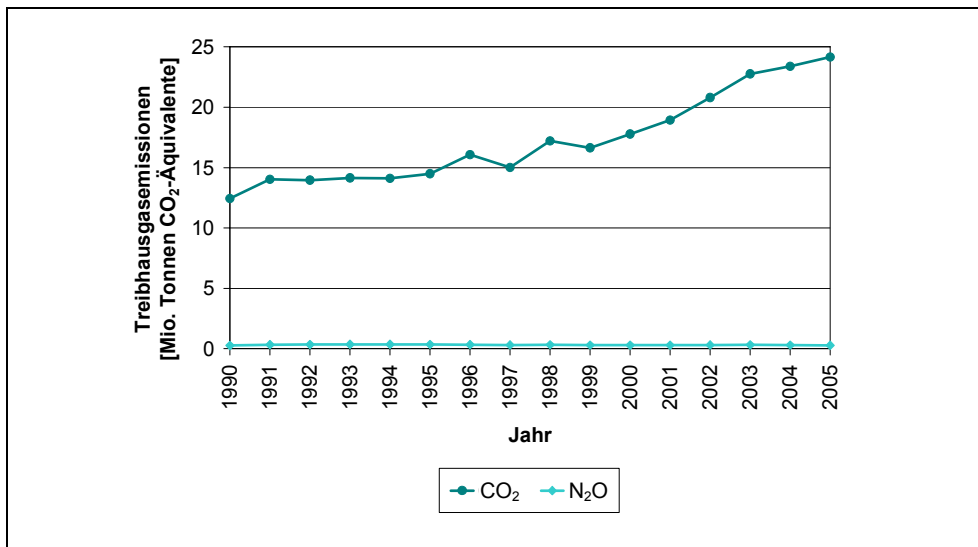


Abbildung 59:
Treibhausgasemissionen
des Verkehrssektors
1990–2005.

Trends und Ursachen

Von 1990 bis 2005 sind die CO₂-Emissionen aus dem Verkehr um 94 % gestiegen. Allein von 2004 auf 2005 kam es zu einer Zunahme von 3,2 %. Der Anteil der Verkehrsemissionen an den gesamten CO₂-Emissionen ist von 20 % im Jahr 1990 auf 30 % im Jahr 2005 angestiegen. Damit zeigt sich eine Entwicklung, die der im Kyoto-Protokoll vereinbarten Verringerung der nationalen Kohlendioxidemissionen deutlich entgegensteht.

Folgende Gründe sind maßgeblich für den Emissionsanstieg im Straßenverkehr verantwortlich:

- Geänderte Raumstrukturen: Zersiedlung, Zentralisierung und Konzentration;
- Geänderte Nachfragestrukturen in der Industrie: wachsende Arbeitsteilung und flexible Produktionsmethoden (Just in Time-Fertigung) bewirken, dass die Lagerhaltung durch das Transportmittel ersetzt wird;
- Überproportional vorhandene Infrastruktur für den motorisierten Individualverkehr und weiterer Ausbau;
- Geänderter Lebensstil und Mobilitätsverhalten in der Bevölkerung.

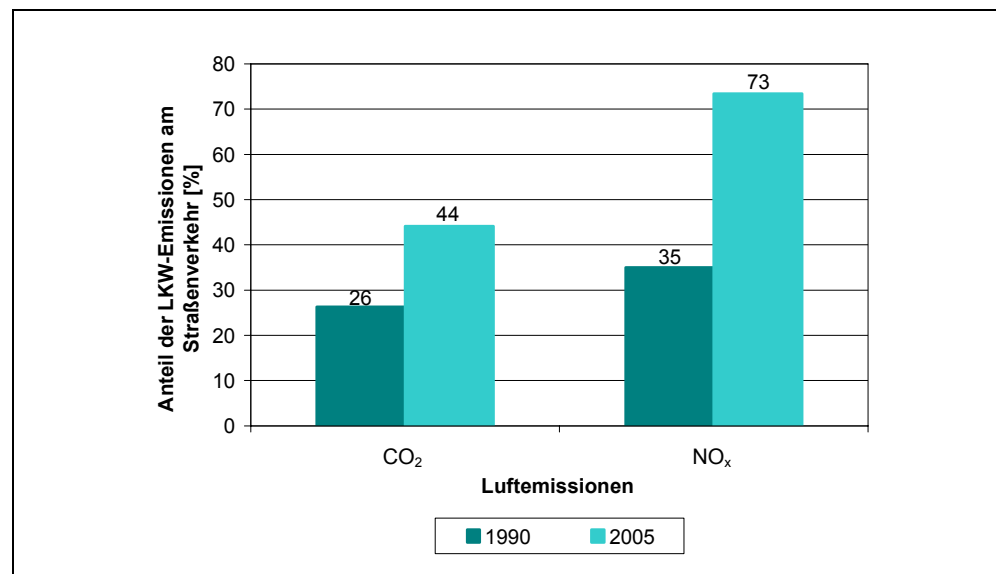
Neben den ständig steigenden Fahrleistungen im Straßenverkehr ist der starke Emissionsanstieg auch auf den seit Ende der 90er Jahre zunehmenden preisbedingten Kraftstoffexport zurückzuführen: Basis der Emissionsberechnungen ist der in Österreich verkaufte Treibstoff. Da die Treibstoffpreise in Österreich teilweise deutlich günstiger als im benachbarten Ausland sind, wird unter anderem Treibstoff in Österreich gekauft und im Ausland verfahren. Diese Fahrleistungen und die daraus resultierenden Emissionen werden der Österreichischen Emissionsbilanz zugerechnet. Im Rahmen der Österreichischen Luftschadstoffinventur wurde für das Jahr 2005 der Anteil der CO₂-Emissionen auf 32 % geschätzt. 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 2005 mit zusätzlichen 7 Millionen Tonnen CO₂-Emissionen (+224 %) der größte Zuwachs von allen Verkehrsträgern zu verzeichnen. Die CO₂-Emissionen der Pkw nahmen im selben Zeitraum um 46 % bzw. 4 Millionen Tonnen zu.

Die N₂O-Emissionen des Verkehrs haben seit 1990 um 4 % 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 90er Jahre zu einer Zunahme der N₂O-Emissionen. In den letzten Jahren nahmen die Lachgasemissionen wieder ab. Von 2004 auf 2005 kam es zu einer Reduktion der Emissionen im Verkehrssektor um 6 %. Grund dafür ist der Trend zu dieselbetriebenen Pkw.

In folgender Grafik ist der Anteil der Lkw (leichte und schwere Nutzfahrzeuge) an den CO₂- und NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs für die Jahre 1990 und 2005 dargestellt.

Abbildung 60:
Anteil der CO₂- und
NO_x-Emissionen von
Lkw am Straßenverkehr
1990 und 2005



Im Zeitraum von 1990 bis 2005 ist der relative Anteil der Lkw-Emissionen am Gesamtstraßenverkehr sowohl bei CO₂ als auch bei NO_x stark gestiegen. Dies ist vor allem auf den überdurchschnittlichen Anstieg des Lkw-Verkehrs zurückzuführen.

Klassische Luftschadstoffe

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

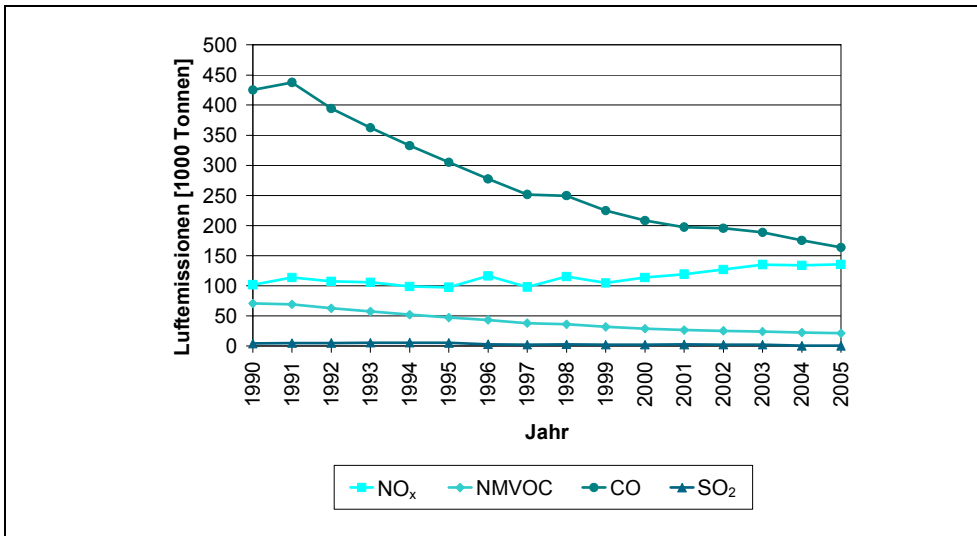


Abbildung 61:
NO_x-, NMVOC-, CO-
und SO₂-Emissionen
des Verkehrssektors
1990–2005.

Trends und Ursachen

Der laufend größer werdende Anteil des Sektors Verkehr am Ozonvorläufer NO_x (2005: 60 %) – und damit auch am Luftschadstoff NO₂ – ist aus lufthygienischer Sicht besonders kritisch zu beurteilen. Der Ausstoß von NO_x aus diesem Sektor (überwiegend Straßenverkehr) ist seit 1990 um 33 % gestiegen. Zu beachten ist, dass sich im Straßenverkehr neben den steigenden Fahrleistungen auch der preisbedingte Kraftstoffexport aufgrund der in Österreich vergleichsweise niedrigen Treibstoffpreise auswirkt (vgl. Kapitel 3.1).

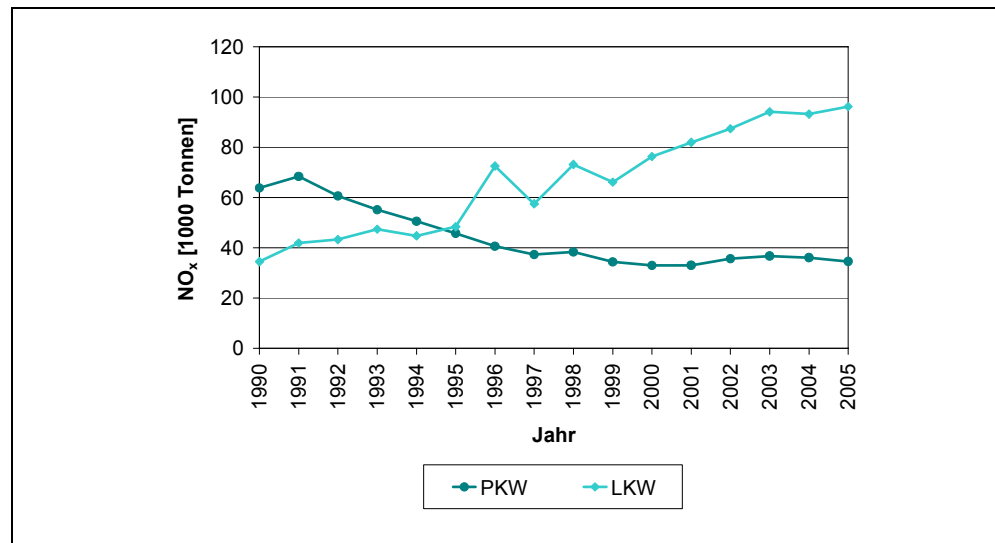
Die in europäischen Richtlinien festgelegten Emissionsgrenzwerte für Personenkraftwagen und Lastkraftwagen sowie strengere Qualitätsanforderungen an Treibstoffe führten bei den Luftschadstoffen NMVOC, CO und SO₂ zu einer merklichen Reduktion der Gesamtemissionen.

Die NMVOC-Emissionen konnten durch Optimierungen der Verbrennungsvorgänge im Motor sowie die Einführung der Katalysatorpflicht von 1990 bis 2005 um 70 % reduziert werden. Bei den CO-Emissionen des Verkehrssektors ist im selben Zeitraum eine Reduktion um 62 % zu verzeichnen.

Die SO₂-Emissionen sind von 1990 bis 2005 um insgesamt 92 % zurückgegangen. Dies ist auf die Einführung strengerer Schwefelgrenzwerte für Treibstoffe zurückzuführen. Seit 1.1.2004 ist entsprechend einer Vereinbarung zwischen der OMV und dem BMLFUW in Österreich flächendeckend schwefelfreier Kraftstoff (< 10 ppm) erhältlich. Die Richtlinie zur Qualität von Otto- und Dieselmotoren schreibt vor, dass spätestens ab 1.1.2005 schwefelfreier Kraftstoff flächendeckend angeboten werden muss.

Folgende Abbildung zeigt die NO_x-Emissionstrends von Pkw und Lkw (leichte und schwere Nutzfahrzeuge).

Abbildung 62:
NO_x-Emissionen von
Lkw und Pkw
1990–2005.



Seit 1990 nahmen die NO_x-Emissionen von Pkw aufgrund der Einführung der Katalysatorpflicht bei benzinbetriebenen Pkw um 46 % ab. Durch die Fahrleistungs- und Bestandszunahme der Diesel-Pkw wurde dieser stark abnehmende Trend gebremst.

Im Jahr 2005 verursachte der Lkw-Verkehr um 179 % mehr NO_x-Emissionen als 1990. 73 % der Stickoxidemissionen vom Straßenverkehr stammten 2005 von Lkw (vgl. Abbildung 62). 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

Bei den persistenten organischen Verbindungen verursachte der Verkehr nur bei den polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAKs) im Jahr 2005 mehr als 5 % der gesamten österreichischen Emissionen. Die PAKs nahmen von 1990 bis 2005 stark zu (+105 %), sie stiegen mit dem Treibstoffkonsum an.

Bei den Schwermetallen verursachte der Sektor Verkehr nur noch bei den Cd-Emissionen mehr als 5 % der gesamten Emissionen. Die in europäischen Richtlinien festgelegten Emissionsgrenzwerte für Personenkraftwagen und Lastkraftwagen sowie strengere Qualitätsanforderungen an Treibstoffen bewirkten eine fast vollständige Reduzierung der Pb-Emissionen in diesem Sektor.

Die Cd-Emissionen haben seit 1990 um 41 % zugenommen, bedingt durch das wachsende Verkehrsaufkommen vor allem im Schwerlastbereich. Cadmium wird durch Reifen- und Bremsabrieb freigesetzt.

Staub

Der Verkehr ist auch ein maßgeblicher Verursacher von TSP-, PM10- und PM2,5-Emissionen. Hauptverantwortlich hierfür sind die Emissionen aus dem Straßenverkehr. Diese Emissionen setzen sich aus Abgasemissionen sowie Abriebs- und Aufwirbelungsemissionen zusammen. Die hohen Zuwachsraten sind auf die weiter

steigende Anzahl an Fahrzeugen respektive die Steigerung der Verkehrsleistung (Personen und Fracht) zurückzuführen (vgl. Kapitel 5.2). Nach derzeitigem Wissensstand verursacht der preisbedingte Kraftstoffexport ungefähr 9 % der TSP-Abgasemissionen und 17 % der PM10-Abgasemissionen dieses Sektors (Aufwirbelung und Abrieb werden für das Ausland nicht berechnet).

8.5 Landwirtschaft

Dieser Sektor umfasst Emissionen aus der Viehhaltung und dem Ackerbau. Nicht enthalten sind die durch energetische Nutzung von Energieträgern verursachten Emissionen. Landwirtschaftliche Geräte (Traktoren etc.) und Heizungsanlagen sind laut IPCC-Systematik dem Sektor Kleinverbrauch zugeordnet (vgl. Kapitel 1.5).

Hauptschadstoffe

Der Sektor Landwirtschaft ist für den überwiegenden Anteil der NH₃-Emissionen und für einen großen Teil der N₂O- und CH₄-Emissionen Österreichs verantwortlich. Auch bei den TSP-, PM10- und PM_{2,5}-Emissionen trägt der Sektor Landwirtschaft z. T. beachtlich zur österreichischen Gesamtemissionsmenge bei.

In folgender Abbildung ist der Anteil der Landwirtschaft an den österreichischen Gesamtemissionen dargestellt.

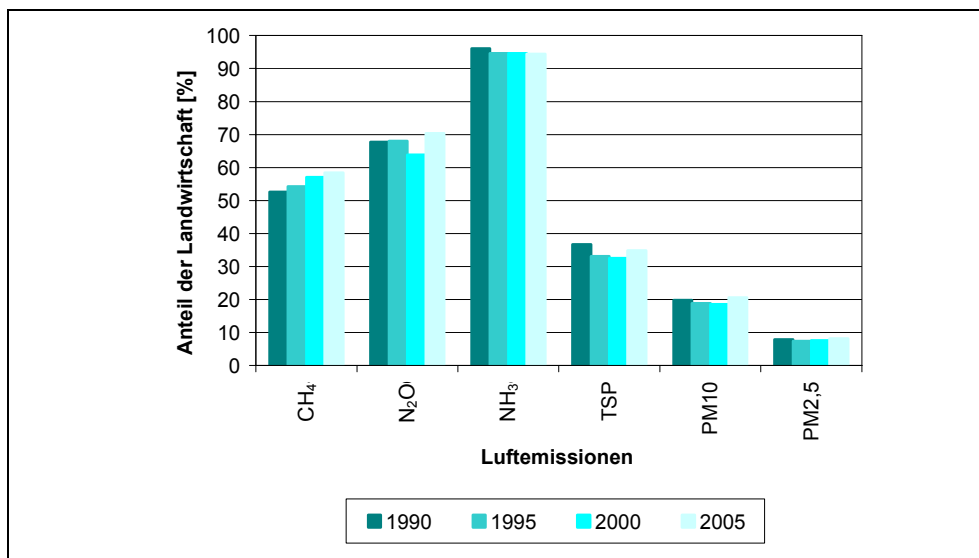


Abbildung 63:
Anteil der Landwirtschaft
an den Gesamtemissionen von CH₄,
N₂O, NH₃, TSP, PM10
und PM_{2,5}.

Im Jahr 2005 verursachte der Sektor Landwirtschaft 58 % der gesamten CH₄-Emissionen, 70 % der N₂O-Emissionen, 94 % der NH₃-Emissionen, 35 % der gesamten TSP-, 21 % der PM10- und 8 % der PM_{2,5}-Emissionen.

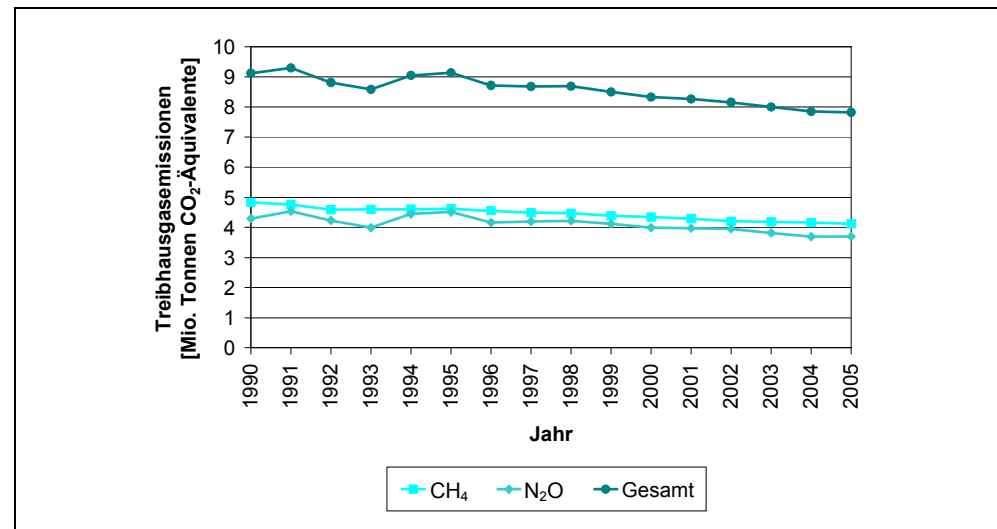
Der Anstieg des sektoralen Emissionsanteils an den österreichischen CH₄-Gesamtemissionen lässt sich durch die vergleichsweise stärkere Emissionsabnahme bei den Mülldeponien (Sektor Sonstige) erklären. Bei N₂O ist der relative Anstieg des Emissionsanteils auf den größeren Emissionsrückgang im Sektor Industrie zurückzuführen.

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. Im Jahr 2005 kamen nur noch 2 % 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.

Abbildung 64:
Treibhausgasemissionen
des Sektors
Landwirtschaft
1990–2005
(in CO₂-Äquivalenten).



Trends und Ursachen

Die gesamten Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft, die sich 2005 aus 53 % Methan und 47 % Lachgas zusammensetzten, nahmen im Zeitraum von 1990 bis 2005 um insgesamt 14 % ab, wobei die CH₄-Emissionen um 15 % und die N₂O-Emissionen um 14 % zurückgingen.

Die Methanemissionen aus der Landwirtschaft sind zum größten Teil der Viehhaltung zuzuordnen (insbesondere der Rinder). Bei den N₂O-Emissionen prägt der unterschiedlich hohe Düngemiteleinsatz (Mineral- und organischer Dünger) den Trendverlauf.

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 Güllemanagement zuzurechnen, wobei je nach Entmistungssystem (Fest- oder Flüssigmistssystem) 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 Güllemanagement

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 und Jauche 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. 2005 wurden in Österreich etwa 300 Biogasanlagen betrieben.

N₂O-Emissionen bei Düngung und Güllemanagement

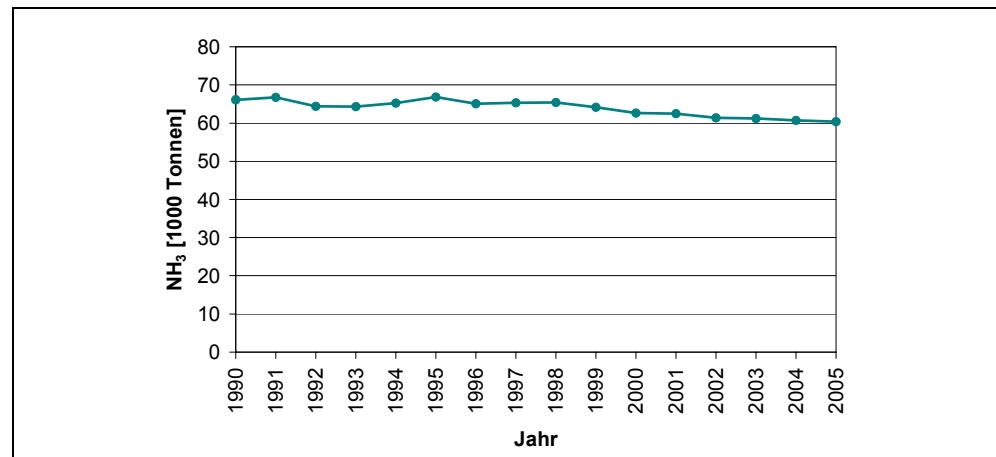
Etwa drei Viertel der Lachgasemissionen des Sektors Landwirtschaft entstehen bei der Düngung landwirtschaftlicher Nutzflächen. Der Rest entgast beim Gülle-
management, wobei aus Festmistsystemen mehr N₂O-Emissionen als aus Flüssigmist-
systemen hervorgehen.

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.

Abbildung 65:
NH₃-Emissionen des
Sektors Landwirtschaft
1990–2005.



Trends und Ursachen

Die NH₃-Emissionen der Landwirtschaft konnten von 1990 bis 2005 um 9 % reduziert werden. Sie entstehen bei der Ausbringung von organischem Dünger, bei der Viehhaltung sowie bei der Lagerung von Gülle und Mist. Die Abnahme der Emissionen seit 1990 lässt sich durch die rückläufigen Viehbestandszahlen erklären.

Bei den NH₃-Emissionen spielt neben dem Entmistungssystem auch die Haltungsweise 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.

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 der Lösungsmittelanwendung (vorwiegend NMVOC) und der Abfallbehandlung (vorwiegend CH₄ aus Mülldeponien, vgl. Kapitel 1.5).

Hauptschadstoffe

Folgende Abbildung zeigt jene Treibhausgase und Luftschadstoffe aus dem Sektor Sonstige deren Anteil an den österreichischen Gesamtemissionen zumindest 5 % beträgt.

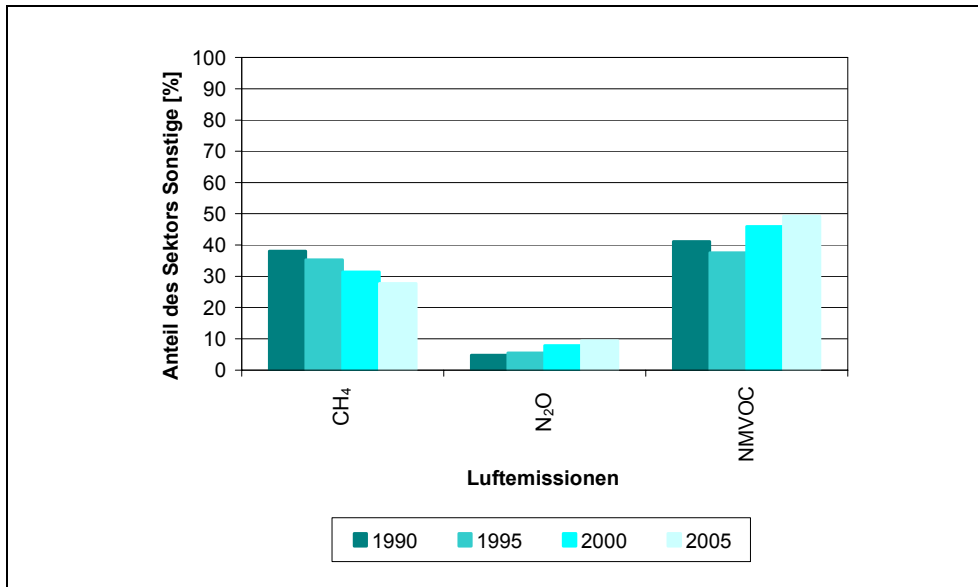


Abbildung 66:
Anteil des Sektors
Sonstige an den
Gesamtemissionen.

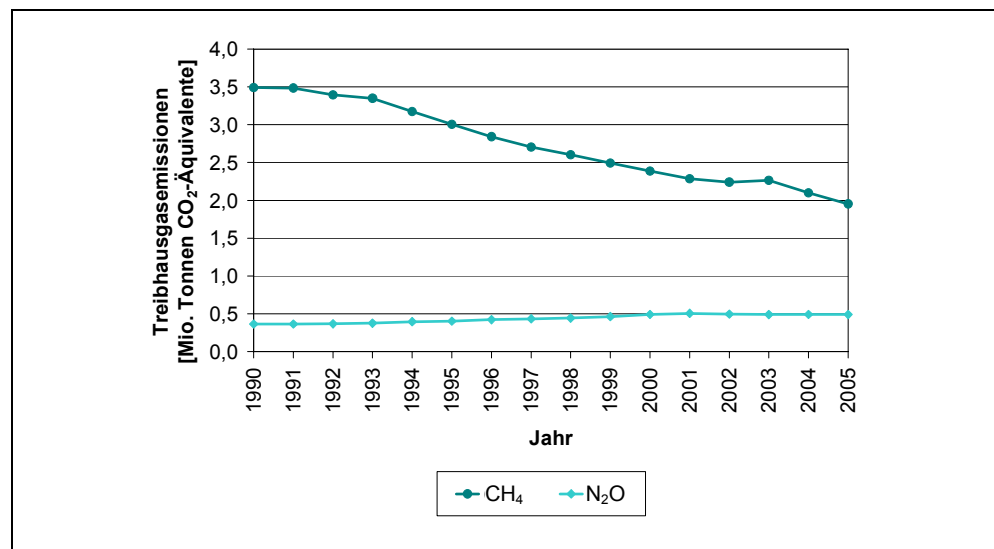
Der Anteil des Sektors Sonstige an den gesamten CH₄-Emissionen Österreichs nahm von 38 % im Jahr 1990 auf 28 % im Jahr 2005 ab. Bei den NMVOC-Emissionen stieg der sektorale Anteil von 41 % im Jahr 1990 auf 49 % im Jahr 2005, was auf den größeren Rückgang der NMVOC-Emissionen des Verkehrssektors zurückzuführen ist. Aufgrund der rückläufigen N₂O-Emissionen aus der Landwirtschaft gewannen seit 1990 die N₂O-Emissionen des Sektors Sonstige an Bedeutung. 2005 wurden in diesem Sektor 9 % der gesamten N₂O-Emissionen Österreichs emittiert.

Treibhausgase

Die Treibhausgasemissionen des Sektors Sonstige setzten sich 2005 aus 74 % CH₄-Emissionen, 19 % N₂O-Emissionen und 7 % CO₂-Emissionen zusammen. Da der Anteil dieses Sektors an den gesamten CO₂-Emissionen weniger als 1 % beträgt, wird auf die CO₂-Emissionen hier nicht näher eingegangen.

Folgende Abbildung zeigt die Emissionstrends der Treibhausgase CH₄ und N₂O des Sektors Sonstige.

Abbildung 67:
Treibhausgasemissionen
des Sektors Sonstige
1990–2005
(in CO₂-Äquivalenten).



Trends und Ursachen

Von 1990 bis 2005 konnte ein Rückgang der CH₄-Emissionen dieses Sektors um 44 % erreicht werden, wobei von 2004 auf 2005 eine Abnahme von 7 % erzielt wurde.

Die Methanemissionen aus diesem Sektor entstehen in der Abfallbehandlung (ohne Müllverbrennung, vgl. Kapitel 1.5). Der überwiegende Teil davon entsteht bei Mülldeponien, der Rest bei der Abwasser- und Klärschlammbehandlung sowie Kompostierung.

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. Der starke Anstieg 2003 ist auf die Ablagerung von Altlasten zurückzuführen. Der weitere Trend wird weitgehend von der Deponieverordnung bestimmt, welche die Ablagerung von unbehandeltem Müll seit 2004 verbietet.

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 Treibhauseffekt 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).

Aufgrund der Deponieverordnung ist seit 2004 nur noch eine Ablagerung von Abfällen zulässig, deren Anteil organischen Kohlenstoffs weniger als fünf Massenprozent beträgt. Dies hat zur Folge, dass Abfälle mechanisch biologisch vorbehandelt oder thermisch verwertet werden, und führt sowohl zu einem Rückgang der depo-

nierten Abfallmenge als auch zu einem verringerten Kohlenstoffgehalt der deponierten Abfälle. Insgesamt resultiert daraus ein verstärkter Rückgang der CH₄-Emissionen aus Mülldeponien seit 2004.

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

Die N₂O-Emissionen aus dem Sektor Sonstige sind von 1990 bis 2005 um 34 % gestiegen. Sie stammen zu gleichen Teilen aus der Anwendung von Lösungsmittel und der Abwasserbehandlung. Die N₂O-Emissionen, die beim Einsatz von Lachgas im Anästhesie-Bereich anfallen, sind in den vergangenen Jahren immer weiter gesunken, da die Anzahl und Dauer der Narkosen sowie die Menge des eingesetzten Lachgases deutlich rückläufig ist. Für die N₂O-Emissionen aus der Abwasserbehandlung ist 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 Nitrat zu Stickstoff reduziert, wobei ein geringer Teil des Stickstoffs als N₂O in die Luft emittiert. Zusätzlich werden die N₂O Emissionen aus dem Abwasser jener Haushalte einbezogen, die nicht an das öffentliche Kanalnetz angeschlossen sind. Da der Anschlussgrad aber seit 1990 stetig angestiegen ist, ist der Emissionstrend nach wie vor steigend.

Klassische Luftschadstoffe

In folgender Abbildung ist der NMVOC-Emissionstrend des Sektors Sonstige dargestellt.

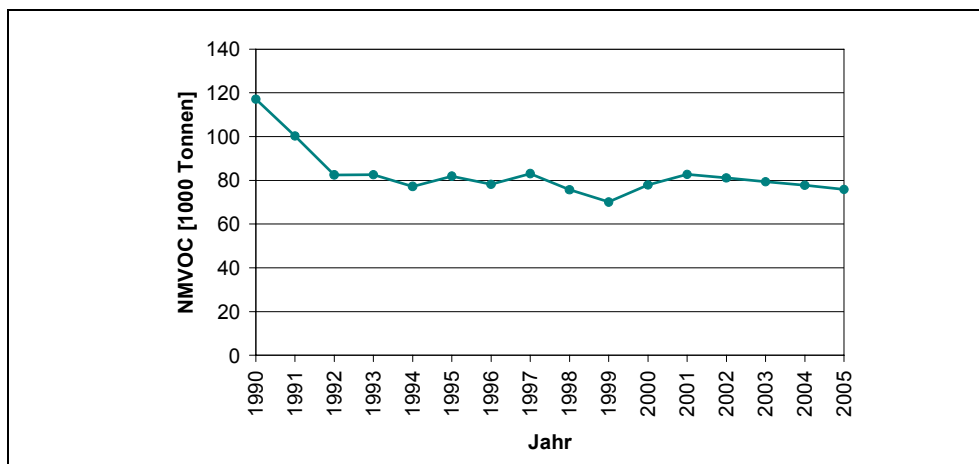


Abbildung 68:
NMVOC-Emissionstrend
des Sektors Sonstige
1990 – 2005.

Trends und Ursachen

Von 1990 bis 2005 nahmen die NMVOC-Emissionen des Sektors Sonstige um 35 % ab.

Die NMVOC-Emissionen dieses Sektors entstehen bei der Anwendung von Lösungsmitteln. Zur Emissionsabnahme haben vor allem die Verbote und Bestimmungen der Lösungsmittelverordnung, der HKW-Anlagen-Verordnung sowie der VOC-Anlagen-Verordnung geführt.

In emissionsintensiven Bereichen wie Beschichtung, Farbenanwendung und Druck sowie in der pharmazeutischen Industrie wurden verschiedenste Maßnahmen umgesetzt.

- Primäre Maßnahmen:
 - Vollständige Substitution einiger Lösungsmittel,
 - Reduktion des Lösungsmittelgehaltes durch Veränderung der Produkt-Zusammensetzung,
 - Wechsel von emissionsintensiven Technologien zu emissionsarmen Technologien,
 - Umsetzung von Ressourcen schonenden Prozessen und Verfahren,
 - Inbetriebnahme von neuen Anlagen und Stilllegung alter Anlagen,
 - Vermeidung diffuser Emissionen.
- Sekundäre Maßnahmen:
 - Abgassammlung und -reinigung mit Lösungsmittelrückgewinnung und -recycling,
 - Förderung des Umweltbewusstseins,
 - Einhaltung von (Lösungsmittel-)Emissionshöchstmengen im Abgas,
 - Erstellung von Lösungsmittelbilanzen,
 - Erstellung von Reduktionsplänen für die Lösungsmittelanwendung.

9 ÖSTERREICHS EMISSIONEN IM INTERNATIONALEN VERGLEICH

In diesem Kapitel werden Österreichs Treibhausgasemissionen sowie die Emissionen von NO_x , NMVOC, SO_2 und NH_3 sowohl mit den Emissionen der EU-15 (EU Länder mit Beitritt bis 2004) als auch mit den Emissionen der EU-25 Länder (inklusive neue Beitrittsländer, ohne Bulgarien und Rumänien) verglichen. Die Darstellung erfolgt in Emissionen pro Kopf für die Jahre 1990 und 2004. Zusätzlich wird die prozentuelle Veränderung der Emissionen vom Basisjahr bis 2004 (Treibhausgase) oder von 1990 bis 2004 für jedes Land aufgezeigt und den jeweiligen Zielen gegenübergestellt.

Bei den verwendeten Zahlen handelt es sich auch für Österreich um Werte, die im November 2006 zur Verfügung standen. Sie können somit von den Zahlen im übrigen Bericht abweichen, da es in der Österreichischen Luftschadstoffinventur für 2007, die die Datengrundlage für diesen Bericht darstellt, zur Aktualisierung der gesamten Zeitreihe gekommen ist.

Es ist zu beachten, dass in diesem Kapitel entsprechend Artikel 2 der NEC-Richtlinie nur die in Österreich emittierten Luftschadstoffe NO_x , NMVOC, SO_2 und NH_3 zum internationalen Vergleich berücksichtigt werden. Die im Ausland durch preisbedingten Kraftstoffexport emittierten Emissionsanteile sind hier nicht enthalten, sehr wohl aber in den anderen Kapiteln dieses Berichtes (Ausnahme: die Diskussionen zur Erreichung der NEC-Ziele von NO_x , NMVOC, SO_2 und NH_3). Es kann so zu Abweichungen in den Zahlenangaben kommen.

9.1 Treibhausgase

In Abbildung 69 werden für die EU-25 Staaten die Treibhausgase pro Kopf für die Jahre 1990 und 2004 verglichen. Die prozentuelle Veränderung vom Basisjahr bis 2004 wird den jeweiligen Kyoto-Zielen (in Klammer neben den Ländern angeführt) gegenübergestellt. Das Basisjahr für die EU-15 ist 1990 (Ausnahme: Finnland und Frankreich verwenden für die F-Gase das Basisjahr 1995). Auch für die neuen Mitgliedsstaaten gilt 1990 als Basisjahr (Ausnahmen: Ungarn hat den Durchschnitt von 1985–1987 als Basisjahr, Polen zog 1988 und Slowenien 1986 heran). Für die EU-15 legt das Kyoto-Protokoll die gemeinsame Reduktion der Emissionen um 8 % (bezogen auf das Basisjahr) bis zum Zeitraum 2008–2012 fest. Die Ziele der einzelnen Mitgliedsstaaten wurden intern verhandelt (Burden Sharing Agreement). Für die meisten neuen Mitgliedsstaaten liegt das Ziel bei –8 %. Zypern und Malta haben keine Kyoto-Ziele. Österreich hat nach Luxemburg, Dänemark und Deutschland das ambitionierteste Reduktionsziel (–13 %).

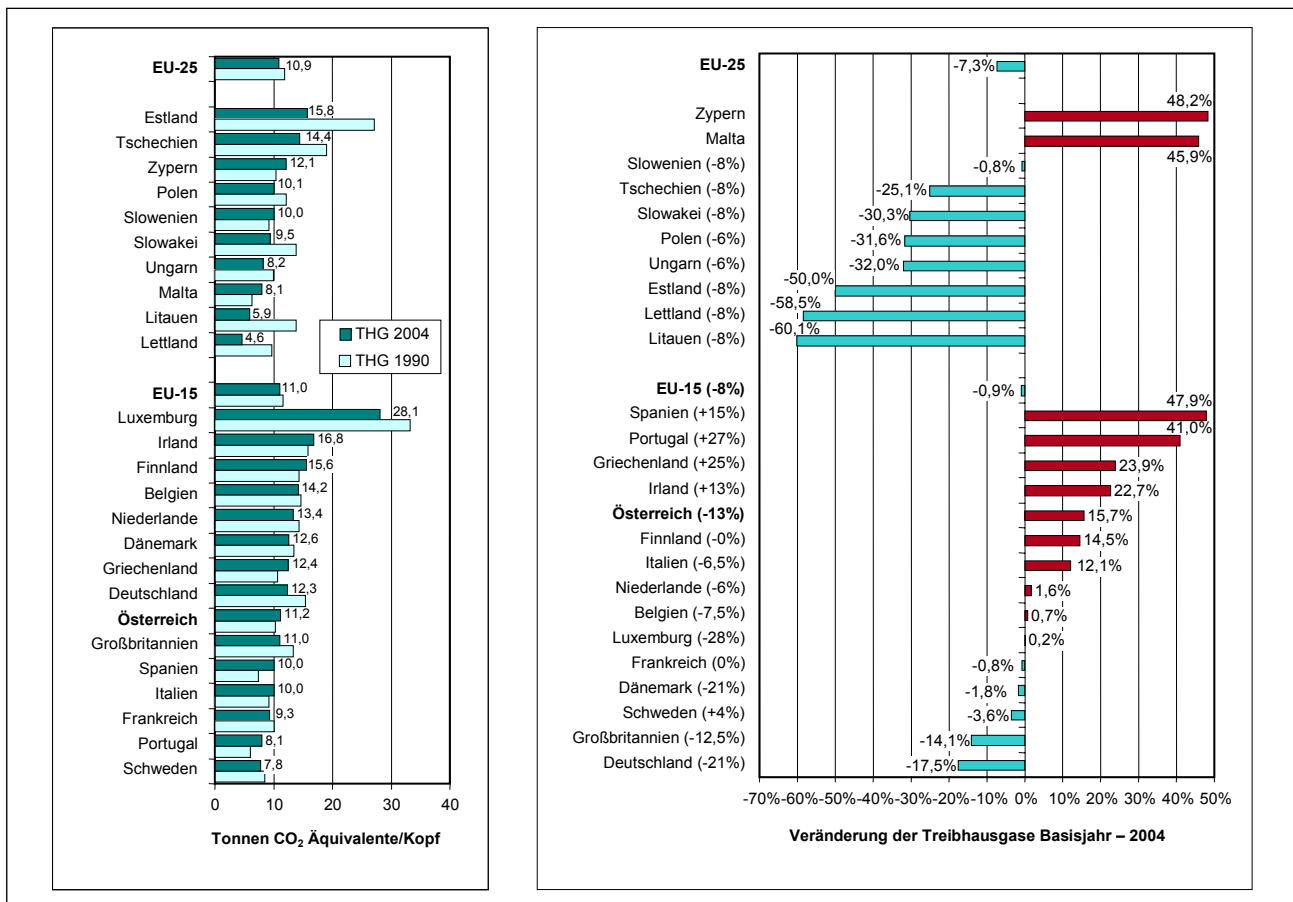


Abbildung 69: Treibhausgasemissionen pro Kopf der EU-25 für 1990 und 2004 und prozentuelle Veränderung der Treibhausgasemissionen vom Basisjahr bis 2004 im Vergleich zu den jeweiligen Kyoto-Zielen (in Klammer neben den Ländern angeführt).

Von 1990 bis 2004 nahmen die Treibhausgasemissionen pro Kopf in den EU-25 um 9 % auf 10,9 Tonnen CO₂-Äquivalente/Kopf ab. In den EU-15 konnte ein Rückgang um 6 % auf 11 Tonnen CO₂-Äquivalente/Kopf verzeichnet werden, dies ist hauptsächlich auf Emissionsminderungsmaßnahmen in Deutschland und Großbritannien zurückzuführen. Die neuen Beitrittsländer haben im Durchschnitt geringere pro Kopf Emissionen. Mit Ausnahme von Zypern, Malta und Slowenien konnten alle ihre pro Kopf Emissionen deutlich senken. Im Gegensatz dazu waren bei den EU-15 die pro Kopf Emissionen von Irland, Finnland, Griechenland, Österreich, Spanien, Italien und Portugal im Jahr 2004 höher als 1990.

Österreichs Treibhausgasemissionen pro Kopf sind seit 1990 um 9 % gestiegen und entsprachen 2004 annähernd dem EU-25 Durchschnitt.

Beim Vergleich der prozentuellen Veränderung der Treibhausgase vom Basisjahr bis 2004 mit den jeweiligen Kyoto-Zielen ist zu erkennen, dass mit Ausnahme von Slowenien alle neuen Mitgliedsstaaten im Jahr 2004 deutlich unter ihrem Kyoto-Ziel lagen. Hauptgründe dafür waren wirtschaftliche Umstrukturierungen und Effizienzsteigerungen auf dem Energie- und Industriesektor in diesen Ländern. Bei den EU-15 lagen 2004 nur Griechenland, Frankreich, Schweden und Großbritannien unter ihrem für 2008–2012 fälligen Ziel. Allerdings ist zu beachten, dass die Ziele von Griechenland, Schweden und Frankreich weniger ambitioniert sind.

Die EU-15 zusammen konnten ihre Emissionen bis 2004 lediglich um 0,9 % senken. Um ihr gemeinsames Ziel von –8 % zu erreichen, müssen sie ihren Treibhausgasausstoß um zumindest weitere 7,1 % reduzieren.

Neben Österreich sind Spanien, Portugal, Irland, Finnland, Italien, Niederlande, Belgien, Luxemburg und Dänemark jene EU-Staaten mit dem höchsten Reduktionsbedarf.

9.2 Stickoxide (NO_x)

In Abbildung 70 werden die NO_x-Emissionen pro Kopf für die Jahre 1990 und 2004 in den EU-25 verglichen. Die prozentuelle Veränderung von 1990 bis 2004 wird den jeweiligen NEC-Zielen (in Klammer neben den Ländern angeführt) gegenübergestellt. Es ist zu beachten, dass die NEC-Ziele für 2010 Absolutwerte sind, für die folgende Darstellung wurden sie in Prozent bezogen auf das Jahr 1990 umgerechnet. Da die gesamte Zeitreihe einer jährlichen Revision unterliegt, kann es zu einer Veränderung der NEC-Ziele in Prozent kommen. Für Österreich ist das NEC-Ziel für 2010 mit 103.000 Tonnen NO_x festgesetzt, das entspricht momentan einer Reduktion von 53 % bezogen auf 1990.

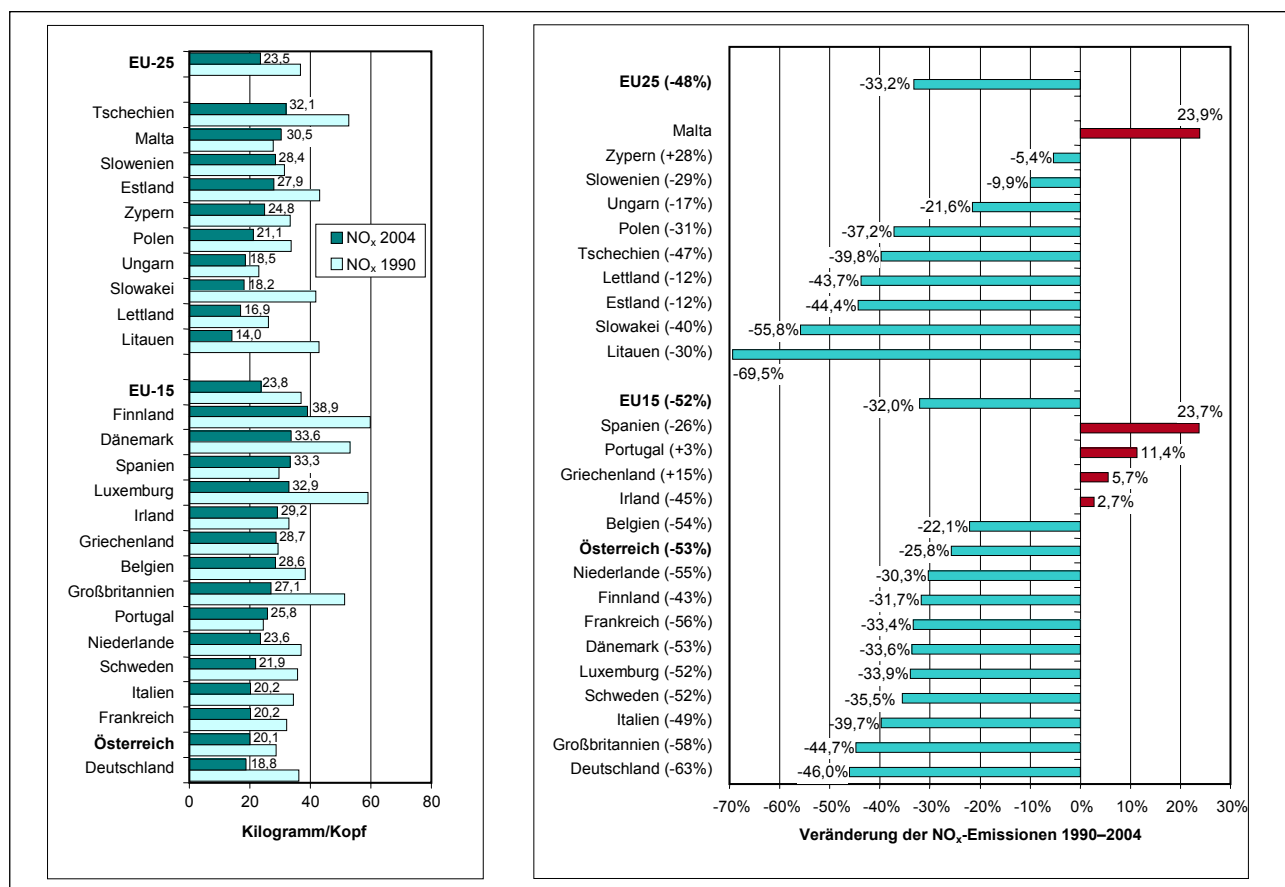


Abbildung 70: NO_x-Emissionen pro Kopf der EU-25 für 1990 und 2004 und prozentuelle Veränderung der NO_x-Emissionen von 1990 bis 2004 im Vergleich zu den jeweiligen NEC-Zielen (in Klammer neben den Ländern angeführt).

Hauptverursacher der NO_x-Emissionen in den EU-15 ist der Verkehr, gefolgt von der Energieversorgung, der Industrie und dem Kleinverbrauch.

Die NO_x-Emissionen pro Kopf der EU-25 konnten von 1990 bis 2004 um 36 % auf 23,5 Kilogramm/Kopf gesenkt werden. In den EU-15 ist im selben Zeitraum ebenfalls ein Rückgang der pro Kopf Emissionen um 36 % auf 23,8 Kilogramm/Kopf zu verzeichnen. Gründe hierfür sind die Einführung des Katalysators sowie der Einsatz von Entstickungsanlagen und die Einführung von kombinierten Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerken (GuD-Anlagen) in der Stromproduktion und in der Industrie. Allerdings hat das steigende Verkehrsaufkommen die technischen Emissionsminderungen teilweise kompensiert. Österreich hatte im Jahr 2004 nach Deutschland die niedrigsten pro Kopf Emissionen bei den EU-15. Spanien und Portugal wiesen als einzige EU-15 einen Zuwachs der NO_x-Emissionen pro Kopf auf. Dies ist unter anderem auf den wirtschaftlichen Aufholprozess dieser Länder und den damit verbundenen starken Anstieg des Straßenverkehrs zurückzuführen.

Die neuen Beitrittsländer konnten mit Ausnahme von Malta alle ihre NO_x-Emissionen pro Kopf teilweise sogar deutlich reduzieren und wiesen im Durchschnitt geringere Emissionen auf als die EU-15.

Beim Vergleich der prozentuellen Veränderung der NO_x-Emissionen von 1990 bis 2004 mit den jeweiligen NEC-Zielen ist zu erkennen, dass mit Ausnahme von Slowenien und Tschechien alle neuen Mitgliedsstaaten im Jahr 2004 unter ihrem NEC-Ziel für 2010 lagen. Im Bereich der EU-15 lag im Jahr 2004 nur Griechenland unter seinem Ziel, wobei anzumerken ist, dass Griechenland seine Emissionen von 1990 bis 2010 um 15 % erhöhen darf. Alle anderen Länder haben zum Teil noch beachtlichen Reduktionsbedarf. Die EU-15 müssen zusammen bis zum Jahr 2010 noch weitere 20 % reduzieren auf Basis von 2004.

Österreich konnte seine NO_x-Emissionen (abzüglich der Emissionen aus preisbedingtem Kraftstoffexport) von 1990 bis 2004 um 26 % senken und hat somit bis 2010 einen weiteren Reduktionsbedarf von 27 % (ebenfalls auf Basis von 2004).

9.3 Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC)

In Abbildung 71 werden die NMVOC-Emissionen pro Kopf der EU-25 für die Jahre 1990 und 2004 verglichen. Die prozentuelle Veränderung von 1990 bis 2004 wird den jeweiligen NEC-Zielen (in Klammer neben den Ländern angeführt) gegenübergestellt. Es ist zu beachten, dass die NEC-Ziele für 2010 Absolutwerte sind, für die folgende Darstellung wurden sie in Prozent bezogen auf das Jahr 1990 umgerechnet. Da die gesamte Zeitreihe einer jährlichen Revision unterliegt, kann es dadurch auch zu einer Veränderung der NEC-Ziele in Prozent kommen. Für Österreich ist das NEC-Ziel für 2010 mit 159.000 Tonnen NMVOC festgesetzt, das entspricht momentan einer Reduktion von 44 % bezogen auf 1990.

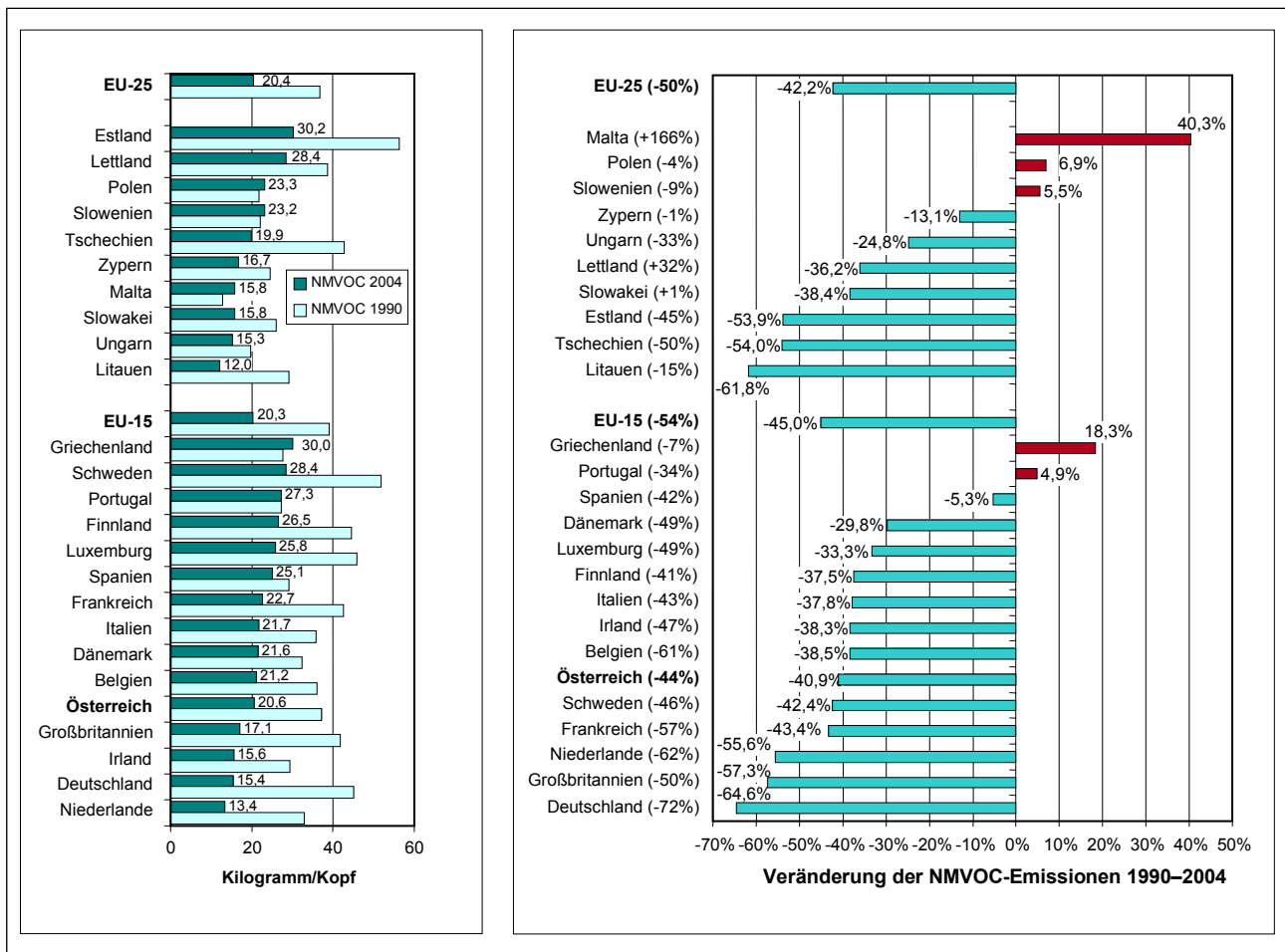


Abbildung 71: NMVOC-Emissionen pro Kopf der EU-25 für 1990 und 2004 und prozentuelle Veränderung der NMVOC-Emissionen von 1990 bis 2004 im Vergleich zu den jeweiligen NEC-Zielen (in Klammer neben den Ländern angeführt).

Die wichtigsten NMVOC-Quellen im Bereich der EU-15 sind die Anwendungen in Lösungsmitteln, der Verkehr und der Kleinverbrauch. Durch die Umsetzung des VOC-Protokolls unter dem UNECE Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung und die VOC-Richtlinie der EU ist es zu einer Abnahme der NMVOC-Emissionen beim Verbrauch von Lösungsmittel und bei industriellen Prozessen gekommen. Die Einführung des Katalysators hat zu NMVOC-Reduktionen im Verkehr beigetragen.

In den EU-25 nahmen die NMVOC-Emissionen pro Kopf von 1990 bis 2004 um 45 % auf 20,4 Kilogramm/Kopf ab. Die EU-15 konnten ihre pro Kopf NMVOC-Emissionen um 28 % auf 20,3 Kilogramm/Kopf reduzieren, abgesehen von Griechenland konnten alle anderen 14 Mitgliedsstaaten ihre pro Kopf Emissionen verringern. Alle neuen Beitrittsländer, mit Ausnahme von Polen, Slowenien und Malta konnten ihre Emissionen pro Kopf zwischen 1990 und 2004 ebenfalls deutlich senken.

Österreichs NMVOC-Emissionen pro Kopf haben seit 1990 um 45 % abgenommen und lagen 2004 über dem EU-15 Durchschnitt.

Im Jahr 2004 unterschritten mit Ausnahme von Polen, Slowenien und Ungarn alle neuen Beitrittsländer ihre NEC-Ziele für 2010. Im Bereich der EU-15 konnte nur Großbritannien sein Ziel bereits erreichen. Alle übrigen Länder haben zum Teil noch großen Reduktionsbedarf. Die EU-15 zusammen müssen bis 2010 auf Basis von 2004 noch weitere 9 % ihres NMVOC-Ausstoßes abbauen.

Für Österreich bleibt nach Emissionsminderungen von bereits 41 % von 1990 bis 2004 lediglich noch ein Reduktionsbedarf von 3 % bis 2010 ebenfalls auf Basis von 2004.

9.4 Schwefeldioxid (SO₂)

In Abbildung 72 werden die SO₂-Emissionen pro Kopf in den EU-25 für die Jahre 1990 und 2004 verglichen. Die prozentuelle Veränderung von 1990 bis 2004 wurde den jeweiligen NEC-Zielen (in Klammer neben den Ländern angeführt) gegenübergestellt. Es ist zu beachten, dass die NEC-Ziele für 2010 Absolutwerte sind, für die folgende Darstellung wurden sie in Prozent bezogen auf Jahr 1990 umgerechnet. Da die gesamte Zeitreihe einer jährlichen Revision unterliegt, kann es dadurch auch zu einer Veränderung der NEC-Ziele in Prozent kommen. Für Österreich ist das NEC-Ziel für 2010 mit 39.000 Tonnen SO₂ festgesetzt, das entspricht momentan einer Reduktion von 48 % bezogen auf 1990.

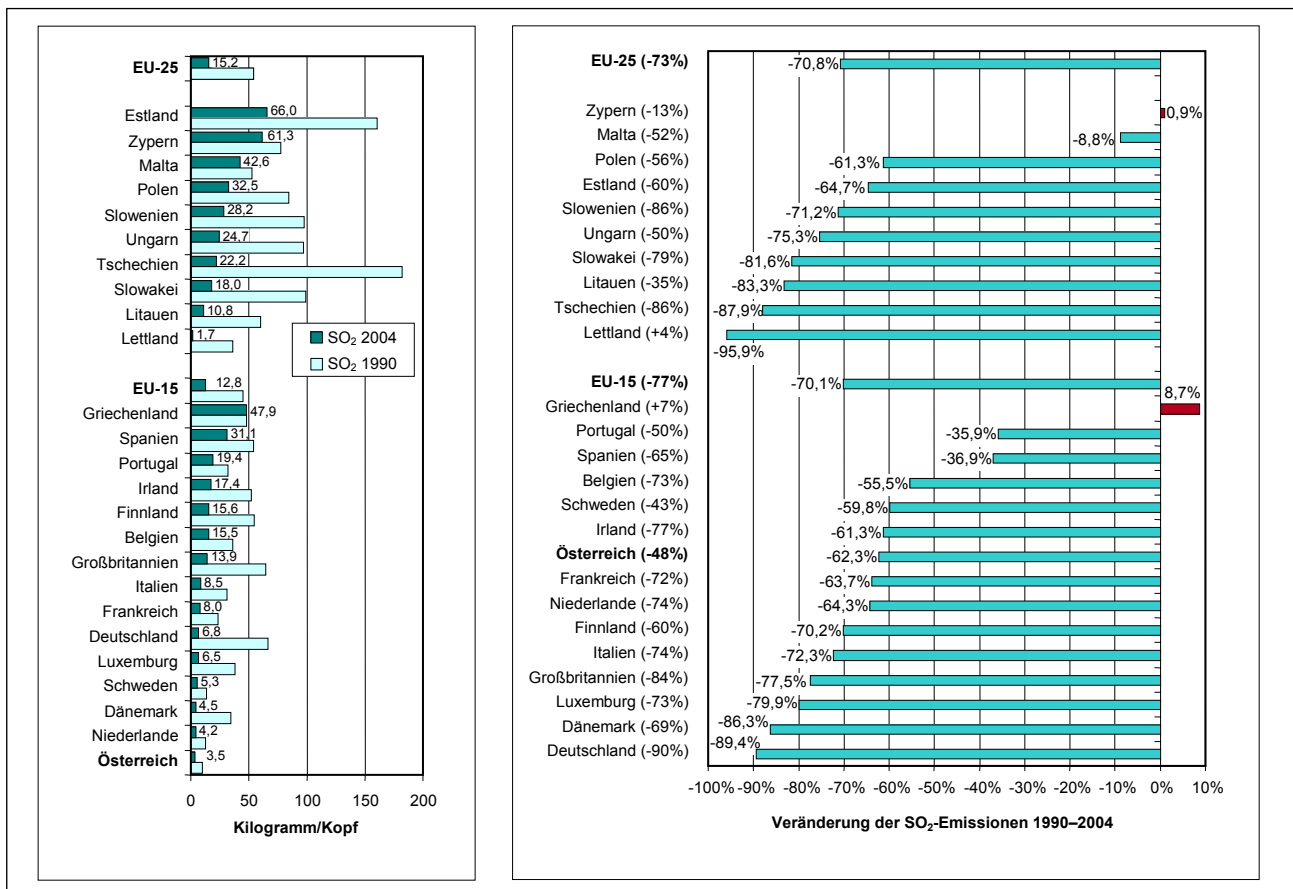


Abbildung 72: SO₂-Emissionen pro Kopf der EU-25 für 1990 und 2004 und prozentuelle Veränderung der SO₂-Emissionen von 1990 bis 2004 im Vergleich zu den jeweiligen NEC-Zielen (in Klammer neben den Ländern angeführt).



Hauptverursacher der SO₂-Emissionen sind die Energieversorgung und die Industrie.

Von 1990 bis 2004 konnten die pro Kopf Emissionen sowohl in den EU-25 als auch in den EU-15 um 72 % auf 15,2 Kilogramm/Kopf (EU-25) bzw. auf 12,8 Kilogramm/Kopf (EU-15) gesenkt werden. Es konnten in allen 25 Ländern teilweise sogar gravierende Reduktionen erzielt werden. Ausschlaggebend dafür waren im Wesentlichen der Umstieg auf schwefelärmere Brennstoffe, der Bau neuer, effizienter Kraftwerke und der Einsatz von Abgas-Entschwefelungsanlagen. In den neuen Beitrittsländern spielten auch wirtschaftliche Umstrukturierungen eine große Rolle. Trotzdem liegen die pro Kopf Emissionen der meisten Länder noch deutlich über den Emissionen der EU-15. Österreich konnte seine SO₂-Emissionen pro Kopf von 1990 bis 2004 um 65 % verringern und hatte 2004 die niedrigsten Emissionen pro Kopf bei den EU-15. Hier macht sich unter anderem der hohe Wasserkraftanteil bemerkbar, aber auch der hohe Grad an Entschwefelungsanlagen in kalorischen Kraftwerken und der Einsatz von schwefelarmen Brennstoffen.

Trotz der bereits starken Emissionsreduktionen in der EU sind weitere Emissionsminderungen erforderlich. Im Bereich der EU-15 haben die meisten Staaten hohe Reduktionsverpflichtungen, lediglich Griechenland darf seinen Ausstoß an SO₂ bis 2010 erhöhen. Im Jahr 2004 hatten Schweden, Österreich, Finnland, Luxemburg, Dänemark und Deutschland ihr NEC-Ziel für 2010 bereits erreicht. Die EU-15 zusammen müssen bis 2010 ihre SO₂-Emissionen um zumindest weitere 6,9 % auf Basis von 2004 reduzieren. Bei den neuen Beitrittsländern haben Zypern, Malta und Slowenien ihr NEC-Ziel noch nicht erreicht.

9.5 Ammoniak (NH₃)

In Abbildung 73 vergleicht für die EU-25 die NH₃-Emissionen pro Kopf für die Jahre 1990 und 2004 und stellt die prozentuelle Veränderung von 1990 bis 2004 den jeweiligen NEC-Zielen (in Klammer neben den Ländern angeführt) gegenüber. Es ist zu beachten, dass die NEC-Ziele für 2010 Absolutwerte sind, für die folgende Darstellung wurden sie in Prozent bezogen auf das Jahr 1990 umgerechnet. Da die gesamte Zeitreihe einer jährlichen Revision unterliegt, kann es dadurch auch zu einer Veränderung der NEC-Ziele in Prozent kommen. Für Österreich ist das NEC-Ziel für 2010 mit 66.000 Tonnen NH₃ festgesetzt, das entspricht momentan einer Reduktion von 4 % bezogen auf 1990.

Für Malta stehen für das Jahr 1990 leider keine Daten zur Verfügung.

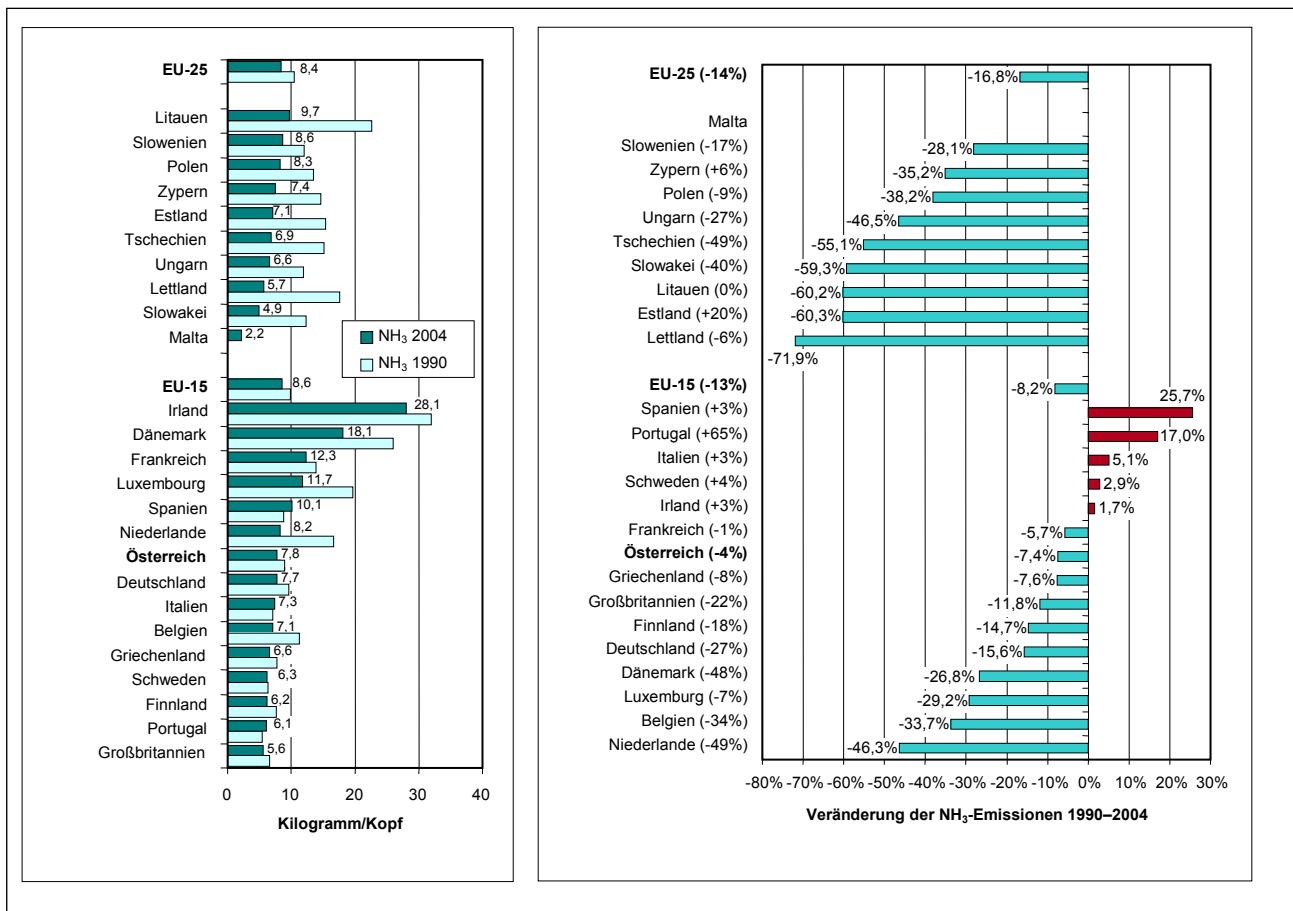


Abbildung 73: NH₃-Emissionen pro Kopf der EU-25 für 1990 und 2004 und prozentuelle Veränderung der NH₃-Emissionen von 1990 bis 2004 im Vergleich zu den jeweiligen NEC-Zielen (in Klammer neben den Ländern angeführt).

Hauptverursacher der NH₃-Emissionen ist die Landwirtschaft.

Von 1990 bis 2004 konnte ein Rückgang der pro Kopf Emissionen der EU-25 um 20 % auf 8,4 Kilogramm/Kopf verzeichnet werden. Im selben Zeitraum reduzierten die EU-15 ihre NH₃-Emissionen pro Kopf um 13 % auf 8,6 Kilogramm/Kopf. Mit Ausnahme von Spanien, Italien und Portugal konnten alle EU-25 ihren Ausstoß verringern, wobei die durchschnittlichen pro Kopf Emissionen der neuen Beitrittsländer im Jahr 2004 unter dem EU-15 Durchschnitt lagen.

Österreichs NH₃-Emissionen pro Kopf sind von 1990 bis 2004 um 13 % gesunken und lagen 2004 ebenfalls unter dem EU-15 Durchschnitt.

Beim Vergleich der prozentuellen Veränderung der NH₃-Emissionen von 1990 bis 2004 mit den jeweiligen NEC-Zielen ist zu erkennen, dass bereits 2004 alle neuen Beitrittsländer ihre Ziele deutlich unterschritten. Bei den EU-15 konnten im Jahr 2004 Portugal, Schweden, Irland, Frankreich, Österreich und Luxemburg ihre Ziele erreichen, wobei anzumerken ist, dass Spanien, Portugal, Italien, Schweden und Irland ihre Emissionen erhöhen dürfen. Die EU-15 zusammen müssen bis 2010 ihre NH₃-Emissionen um zumindest weitere 4,8 % reduzieren auf Basis von 2004.

10 LITERATURVERZEICHNIS

- EEA – European Environment Agency (2005): EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2005. Technical Report No. 30. Copenhagen.
<http://reports.eea.eu.int/EMEPCORINAIR4/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.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2007): Fourth Assessment Report, AR4. Summary for Policymakers. Genf. <http://www.ipcc.ch/SPM13apr07.pdf>.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERÖSTERREICH (2005): Furtner, K. & Haneder, H.: Biomasse – Heizungserhebung 2005. St. Pölten.
- LEBENSMINISTERIUM (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.
- LEBENSMINISTERIUM (2007): Anpassung der Klimastrategie Österreichs zur Erreichung des Kyoto-Ziels 2008–2012. Wien.
- 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 Umweltbundesamt. Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2001c): Hübner, C.: Österreichische Emissionsinventur für POPs Zeitreihe 1985–1999. Forschungsgesellschaft Techn. Umweltschutz (FTU), im Auftrag des Umweltbundesamt. Wien.
- 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 (2006): Spangl, W., Schneider, J.; Nagl, C. et al.: Herkunftsanalyse der PM10-Belastung in Österreich. Ferntransport und regionale Beiträge. Report, Bd. REP-0034. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2006a): Wieser, M.; Anderl, M.; Kampel, E.; Köther, T.; Muik, B.; Poupa, S.; Schodl, B.; Wappel, D.: Austria's Informative Inventory Report 2006. Submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. Report, Bd. REP-0067. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2007a): Muik, B.; Anderl, M.; Freudenschuß, A. Köther, T.; Muik, M.; Poupa, S.; Schodl, B.; Schwaiger, E.; Weiss, P.; Wieser, M.; Winiwarter, W.; Zethner, G.: Austria's National Inventory Report 2007. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Report, Bd. REP-0084. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2007b): Gugele, B.; Lorenz-Meyer, V.; Pazdernik, K.; Wappel, D.: Kyoto Fortschrittsbericht Österreich 1990–2005. Datenstand 2007. Report, Bd. REP-0081. Umweltbundesamt, Wien.
- 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 des Umweltbundesamt, Wien.

Rechtsnormen und Leitlinien

- Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L) sowie Änderung des Ozongesetzes und des Immissionsschutzgesetzes-Luft (EG-L, BGBl. I Nr. 34/2003): 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.
- EN ISO/IEC 17020:2004 Allgemeine Kriterien für den Betrieb verschiedener Typen von Stellen, die Inspektionen durchführen.
- Entscheidung Nr. 1999/296/EG des Rates vom 26. April 1999 zur Änderung der Entscheidung 93/389/EWG über ein System zur Beobachtung der Emissionen von CO₂ und anderen Treibhausgasen in der Gemeinschaft.
- Entscheidung 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.
- Deponieverordnung (BGBl. Nr. 164/1996): Verordnung des Bundesministers für Umwelt über die Ablagerung von Abfällen.
- Gaspenselverordnung (BGBl. Nr. 793/1992): Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Ausstattung von Tankstellen mit Gaspenselleitungen.



- 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.
- HKW-Anlagen-Verordnung (HAV, BGBl. II Nr. 411/2005): Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit über die Begrenzung der Emissionen bei der Verwendung halogenierter organischer Lösungsmittel in gewerblichen Betriebsanlagen. Novelle der CKW-Anlagen-Verordnung 1994 (BGBl.Nr. 865/1994).
- 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 (LMV, BGBl. Nr. 398/2005): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen durch Beschränkungen des Inverkehrsetzens und der Verwendung organischer Lösungsmittel in bestimmten Farben und Lacken; Umsetzung der Richtlinie 2004/42/EG; Novelle der LMV 1995 (BGBl. Nr. 872/1995) bzw. LMV 1991 (BGBl. Nr. 492/1991).
- Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen (BGBl. Nr. 380/1988): Bundesgesetz vom 23. Juni 1988 zur Begrenzung der von Dampfkesselanlagen ausgehenden Luftverunreinigungen.
- Ozongesetz (BGBl. Nr. 210/1992): Bundesgesetz über Maßnahmen zur Abwehr der Ozonbelastung und die Information der Bevölkerung über hohe Ozonbelastungen, mit dem das Smogalarmgesetz, BGBl. Nr. 38/1989, geändert wird.
- Richtlinie 2001/81/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2001 über nationale Emissionshöchstgrenzen für bestimmte Luftschadstoffe (NEC-RL).
- Richtlinie 98/70/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 1998 über die Qualität von Otto- und Dieselmotorkraftstoffen und zur Änderung der Richtlinie 93/12/EWG des Rates (98/70/EG).
- Verordnung über die getrennte Sammlung biogener Abfälle (BGBl. Nr. 68/1992).
- VOC-Anlagen-Verordnung (VAV, BGBl. II 301/2002): Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit zur Umsetzung der Richtlinie 1999/13/EG über die Begrenzung der Emissionen bei der Verwendung organischer Lösungsmittel in gewerblichen Betriebsanlagen. Novelle der Lackieranlagen-Verordnung (BGBl. Nr. 873/1995). BGBl. II Nr. 301/2002 zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 42/2005.

EMISSIONSTABELLEN

Emissionstabelle 1: CO₂-Emissionen in Millionen Tonnen [Teragramm, Tg].

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energieversorgung	13,76	14,56	11,43	11,46	11,74	12,76	13,81	13,95	12,99	12,62	12,45	13,83	13,60	16,21	16,25	16,04
Kleinverbrauch	14,27	15,36	14,80	14,70	13,52	14,61	15,91	14,47	14,37	15,06	13,45	15,03	14,36	15,72	14,04	15,05
Industrie	21,16	21,27	19,63	19,89	21,21	21,59	21,35	23,51	22,05	20,85	22,08	22,04	22,76	23,07	23,27	24,23
Verkehr	12,44	14,03	13,97	14,16	14,12	14,50	16,08	15,01	17,21	16,64	17,78	18,94	20,80	22,77	23,39	24,15
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	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	0,19	0,19
Gesamt (anthropogen)	61,93	65,48	60,04	60,41	60,76	63,66	67,33	67,15	66,81	65,34	65,96	70,04	71,71	77,97	77,14	79,65

Emissionstabelle 2: CH₄-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gigagramm, Gg].

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
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	29,21	31,36	31,99
Kleinverbrauch	18,49	19,99	18,20	17,87	16,22	16,86	17,89	13,61	13,08	13,32	12,42	13,43	12,55	12,52	12,06	12,47
Industrie	1,12	1,14	1,11	1,12	1,16	1,14	1,16	1,19	1,20	1,16	1,16	1,16	1,21	1,24	1,26	1,32
Verkehr	2,92	2,88	2,61	2,40	2,19	2,00	1,81	1,62	1,56	1,39	1,28	1,19	1,13	1,08	1,00	0,92
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	198,28	196,34
Sonstige	166,16	165,86	161,63	159,46	151,13	143,04	135,32	128,78	123,92	118,72	113,58	108,81	106,71	107,84	99,94	93,00
Gesamt (anthropogen)	437,17	435,82	421,86	420,56	411,36	405,81	396,90	383,80	378,01	369,74	362,14	356,54	350,29	351,10	343,90	336,05

Emissionstabelle 3: N₂O-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gigagramm, Gg].

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energieversorgung	0,15	0,18	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,15	0,17	0,18	0,18	0,20	0,20	0,23	0,25	0,20
Kleinverbrauch	0,94	0,95	0,94	0,95	0,93	0,94	1,03	1,03	1,00	1,01	0,93	1,00	0,97	0,98	0,95	0,95
Industrie	3,46	3,54	3,24	3,37	3,22	3,32	3,36	3,37	3,46	3,57	3,64	3,11	3,17	3,39	1,42	1,39
Verkehr	0,85	1,07	1,12	1,17	1,17	1,13	1,07	1,00	1,07	0,97	0,94	0,94	1,00	1,01	0,95	0,89
Landwirtschaft	13,85	14,63	13,64	12,87	14,35	14,55	13,44	13,54	13,61	13,29	12,88	12,82	12,75	12,32	11,91	11,94
Sonstige	1,18	1,18	1,19	1,21	1,28	1,30	1,36	1,40	1,43	1,49	1,58	1,63	1,60	1,58	1,58	1,58
Gesamt (anthropogen)	20,44	21,55	20,27	19,71	21,10	21,41	20,42	20,48	20,74	20,51	20,16	19,71	19,69	19,51	17,06	16,95

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

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
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	782,41	864,81	899,62	911,55
PFCs	1.079,24	1.087,08	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	117,97
SF ₆	502,58	653,36	697,85	793,71	985,70	1.139,16	1.218,05	1.120,15	907,99	683,96	633,31	636,62	640,83	593,52	512,51	286,77
F-Gase gesamt	1.604,86	1.785,66	1.209,19	1.003,96	1.251,17	1.475,24	1.631,16	1.644,41	1.447,63	1.290,70	1.301,90	1.413,86	1.510,12	1.560,87	1.526,86	1.316,29

Gemäß Verursachereinteilung (vgl. Kapitel 1.5) werden die Emissionen von fluorierten Gasen dem Sektor Industrie zugeordnet.



Emissionstabelle 5: Treibhausgasemissionen in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten [Teragramm, Tg].

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energieversorgung	14,20	15,02	11,90	11,95	12,24	13,29	14,36	14,52	13,58	13,23	13,08	14,47	14,3	16,9	17,0	16,8
Kleinverbrauch	14,95	16,07	15,48	15,37	14,15	15,26	16,60	15,07	14,95	15,65	14,00	15,62	14,9	16,3	14,6	15,6
Industrie	23,86	24,18	21,87	21,97	23,48	24,11	24,05	26,22	24,60	23,27	24,53	24,44	25,3	25,7	25,3	26,0
Verkehr	12,76	14,42	14,37	14,57	14,53	14,89	16,45	15,36	17,58	16,97	18,10	19,26	21,1	23,1	23,7	24,4
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	8,2	8,0	7,9	7,8
Sonstige	4,16	4,11	3,96	3,92	3,75	3,61	3,45	3,34	3,23	3,13	3,07	3,00	2,9	3,0	2,8	2,6
Gesamt (anthropogen)	79,05	83,10	76,39	76,36	77,19	80,29	83,62	83,20	82,63	80,75	81,12	85,06	86,68	92,95	91,18	93,28

Emissionstabelle 6: SO₂-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gigagramm, Gg].

Verursacher	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energieversorgung	56,73	16,04	16,72	10,58	12,16	9,00	10,45	9,00	9,15	7,37	7,52	7,27	8,12	7,80	8,12	7,78	7,03
Kleinverbrauch	53,69	33,28	30,10	26,36	22,47	20,09	19,00	19,38	13,52	12,57	12,36	10,91	11,15	10,51	10,76	8,70	8,57
Industrie	63,52	20,74	19,68	12,90	13,23	12,87	12,14	13,52	15,35	13,03	11,54	10,91	11,36	11,30	11,40	10,33	10,41
Verkehr	4,46	4,08	4,78	5,03	5,42	5,55	5,18	2,70	2,27	2,53	2,26	2,26	2,33	2,25	2,30	0,39	0,34
Landwirtschaft	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	0,00
Sonstige	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	0,06
Gesamt (anthropogen)	178,86	74,22	71,35	54,91	53,32	47,56	46,81	44,66	40,35	35,56	33,74	31,41	33,02	31,92	32,63	27,26	26,41



Emissionstabelle 7: NO_x-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gigagramm, Gg].

Verursacher	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energieversorgung	28,41	17,23	16,56	14,09	11,79	10,68	11,94	10,84	11,80	10,45	10,30	10,55	12,10	11,86	13,81	13,94	12,69
Kleinverbrauch	32,83	36,84	35,90	35,43	34,91	34,62	34,94	38,13	39,44	38,45	39,18	36,02	38,33	37,31	37,59	35,99	35,58
Industrie	54,22	49,20	49,79	46,63	44,06	44,25	41,56	40,98	44,12	42,12	40,00	38,98	38,52	38,39	37,15	35,42	36,02
Verkehr	112,36	101,61	113,69	107,27	105,79	98,63	97,39	116,24	97,99	115,00	104,55	113,61	119,21	126,78	135,27	133,96	135,50
Landwirtschaft	7,06	6,09	6,32	5,96	5,72	6,13	6,19	5,86	5,92	5,92	5,76	5,61	5,57	5,51	5,41	5,26	5,22
Sonstige	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	0,05
Gesamt (anthropogen)	235,15	211,07	222,34	209,44	202,33	194,36	192,07	212,10	199,32	211,98	199,83	204,82	213,78	219,90	229,28	224,63	225,06

Emissionstabelle 8: NMVOC-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gigagramm, Gg].

Verursacher	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energieversorgung	11,97	12,99	13,99	13,85	13,60	11,00	9,56	8,72	8,05	6,60	5,88	5,83	4,10	4,25	4,30	4,15	4,28
Kleinverbrauch	86,94	67,07	70,03	64,54	64,55	60,49	61,93	65,44	53,48	51,36	51,58	47,39	49,68	46,68	45,95	43,69	43,72
Industrie	17,85	15,24	16,85	18,04	19,16	17,58	15,81	14,10	12,83	11,28	9,38	8,08	7,52	7,62	7,31	7,45	7,42
Verkehr	101,46	70,49	69,03	62,51	57,15	51,95	47,19	43,25	38,08	35,97	31,68	28,65	26,52	25,23	24,05	22,40	20,98
Landwirtschaft	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	1,73	1,97	1,87
Sonstige	172,98	117,11	100,24	82,48	82,57	77,20	81,88	78,19	83,05	75,66	70,07	77,85	82,73	81,05	79,37	77,68	75,86
Gesamt (anthropogen)	395,80	284,74	271,99	243,21	238,79	220,02	218,19	211,50	197,37	182,71	170,47	169,58	172,40	166,68	162,71	157,34	154,14



Emissionstabelle 9: CO-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gigagramm, Gg].

Verursacher	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energieversorgung	14,78	6,06	2,50	1,84	1,50	1,69	2,32	2,25	2,45	1,88	2,53	2,72	3,13	3,30	4,00	4,08	3,38
Kleinverbrauch	650,36	494,04	534,01	489,82	467,99	431,97	442,93	463,40	419,45	401,09	401,26	371,62	395,63	371,22	368,57	352,01	363,35
Industrie	391,63	282,97	254,38	298,92	310,34	324,04	248,81	267,66	271,15	252,75	227,97	210,97	184,62	177,52	191,06	197,50	182,72
Verkehr	608,35	425,12	437,63	394,25	362,31	332,57	305,10	277,47	251,57	249,51	224,85	208,11	197,33	195,31	188,71	175,23	163,43
Landwirtschaft	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	1,11	1,72	1,12
Sonstige	10,74	11,37	11,35	11,01	10,86	10,27	9,71	9,19	8,75	8,43	8,08	7,73	7,41	7,28	7,37	6,81	6,31
Gesamt (anthropogen)	1.712,14	1.220,77	1.241,05	1.196,97	1.154,12	1.101,71	1.010,05	1.021,13	954,60	914,85	865,91	802,29	789,35	755,85	760,81	737,35	720,31

Emissionstabelle 10: NH₃-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gigagramm, Gg].

Verursacher	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energieversorgung	0,17	0,20	0,21	0,21	0,24	0,24	0,23	0,25	0,26	0,27	0,26	0,23	0,25	0,25	0,28	0,30	0,31
Kleinverbrauch	0,68	0,63	0,69	0,66	0,67	0,62	0,68	0,75	0,70	0,69	0,72	0,66	0,74	0,71	0,76	0,70	0,74
Industrie	0,59	0,49	0,75	0,59	0,47	0,43	0,35	0,34	0,40	0,35	0,40	0,36	0,36	0,33	0,35	0,32	0,34
Verkehr	0,18	0,98	1,36	1,61	1,80	1,92	1,92	1,84	1,75	1,81	1,68	1,58	1,52	1,51	1,44	1,31	1,17
Landwirtschaft	65,14	66,12	66,78	64,40	64,34	65,27	66,86	65,08	65,35	65,40	64,15	62,68	62,47	61,38	61,19	60,72	60,39
Sonstige	0,01	0,38	0,39	0,45	0,54	0,62	0,64	0,67	0,65	0,67	0,71	0,73	0,74	0,76	0,87	0,80	0,99
Gesamt (anthropogen)	66,77	68,81	70,19	67,91	68,06	69,10	70,68	68,94	69,10	69,20	67,90	66,24	66,09	64,95	64,90	64,16	63,94



Emissionstabelle 11: Cd-Emissionen in Tonnen [Megagramm, Mg].

Verursacher	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energieversorgung	1,14	0,20	0,22	0,18	0,20	0,19	0,17	0,19	0,20	0,19	0,21	0,20	0,23	0,25	0,26	0,25	0,26
Kleinverbrauch	0,53	0,41	0,44	0,40	0,37	0,34	0,34	0,37	0,34	0,32	0,34	0,31	0,33	0,32	0,33	0,33	0,33
Industrie	1,21	0,84	0,75	0,59	0,52	0,46	0,38	0,35	0,36	0,31	0,35	0,34	0,34	0,35	0,36	0,37	0,40
Verkehr	0,04	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	0,08
Landwirtschaft	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	0,00
Sonstige	0,14	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	0,00
Gesamt (anthropogen)	3,10	1,57	1,52	1,24	1,16	1,06	0,97	0,99	0,97	0,89	0,98	0,93	0,99	1,00	1,03	1,03	1,08

Emissionstabelle 12: Hg-Emissionen in Tonnen [Megagramm, Mg].

Verursacher	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energieversorgung	0,97	0,33	0,35	0,23	0,20	0,18	0,20	0,19	0,20	0,16	0,19	0,21	0,23	0,21	0,23	0,21	0,20
Kleinverbrauch	0,61	0,42	0,47	0,41	0,37	0,33	0,33	0,33	0,29	0,26	0,26	0,23	0,24	0,23	0,22	0,21	0,21
Industrie	2,07	1,33	1,17	0,97	0,80	0,64	0,65	0,61	0,64	0,51	0,48	0,44	0,48	0,49	0,49	0,50	0,54
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
Landwirtschaft	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	0,00
Sonstige	0,09	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	0,02	0,02
Gesamt (anthropogen)	3,74	2,14	2,04	1,64	1,39	1,18	1,20	1,16	1,14	0,95	0,94	0,90	0,96	0,94	0,96	0,95	0,98



Emissionstabelle 13: Pb-Emissionen in Tonnen [Megagramm, Mg].

Verursacher	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energieversorgung	11,24	1,10	1,17	0,97	0,85	0,79	0,75	0,91	0,97	0,89	0,95	1,12	1,32	1,39	1,61	1,67	1,37
Kleinverbrauch	9,67	7,72	7,43	6,36	5,36	4,42	3,43	3,58	3,13	2,89	2,96	2,68	2,84	2,65	2,65	2,57	2,65
Industrie	76,59	41,88	36,77	26,69	22,57	19,13	11,81	10,93	10,38	9,15	8,66	8,04	8,10	8,44	8,45	8,82	9,48
Verkehr	223,05	155,05	124,96	84,73	56,56	34,73	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Landwirtschaft	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	0,01
Sonstige	5,91	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	0,04
Gesamt (anthropogen)	326,70	206,85	171,17	119,30	85,78	59,40	16,08	15,50	14,55	12,99	12,64	11,91	12,34	12,55	12,79	13,14	13,57

Emissionstabelle 14: PAK-Emissionen in Tonnen [Megagramm, Mg].

Verursacher	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energieversorgung	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	0,01
Kleinverbrauch	10,98	8,53	9,31	8,41	8,31	7,44	7,88	8,45	7,55	7,12	7,15	6,48	7,14	6,67	6,69	6,46	6,66
Industrie	7,98	7,57	7,31	3,73	0,66	0,72	0,62	1,03	0,61	0,54	0,42	0,35	0,35	0,36	0,36	0,37	0,39
Verkehr	0,86	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	1,51	1,60
Landwirtschaft	7,07	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	0,29	0,20
Sonstige	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	17,27	17,86	13,30	10,10	9,26	9,60	10,71	9,29	8,93	8,80	8,16	8,93	8,60	8,75	8,65	8,87



Emissionstabelle 15: Emissionen von Dioxinen in Gramm [g].

Verursacher	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energieversorgung	2,98	0,82	0,85	1,04	0,27	0,29	0,33	0,37	0,39	0,40	0,45	0,55	0,60	0,63	0,74	0,72	0,65
Kleinverbrauch	59,07	45,12	49,55	44,96	42,48	37,94	39,55	41,90	36,97	34,53	34,75	31,39	34,30	31,97	32,03	30,80	31,90
Industrie	94,02	91,07	61,94	26,50	20,85	15,20	16,09	15,28	20,42	19,44	17,12	18,17	18,48	8,24	7,94	8,22	8,52
Verkehr	4,78	3,54	3,45	2,92	2,57	2,22	1,95	1,81	1,52	1,50	1,29	1,24	1,21	1,23	1,26	1,22	1,22
Landwirtschaft	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	0,21	0,15
Sonstige	21,09	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	0,12	0,16	0,17
Gesamt (anthropogen)	186,98	159,99	134,77	76,15	66,58	55,90	58,17	59,62	59,55	56,12	53,86	51,60	54,84	42,32	42,25	41,34	42,62

Emissionstabelle 16: HCB-Emissionen in 1000 g [Kilogramm, kg].

Verursacher	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energieversorgung	0,30	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	0,29	0,29	0,27
Kleinverbrauch	67,37	53,94	59,60	54,20	51,44	45,95	48,23	51,25	45,28	42,64	43,15	39,09	42,99	40,00	40,03	38,23	39,67
Industrie	27,72	27,16	17,04	6,55	4,98	3,76	3,96	3,76	5,97	5,77	3,98	4,23	4,43	4,64	4,64	4,76	5,16
Verkehr	0,96	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	0,24	0,25
Landwirtschaft	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	0,03
Sonstige	8,82	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	0,03	0,03
Gesamt (anthropogen)	106,18	91,51	84,25	69,22	63,68	51,65	52,84	55,64	51,83	48,98	47,70	43,89	47,99	45,21	45,27	43,59	45,41



Emissionstabelle 17: TSP-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gigagramm, Gg].

Verursacher	1990	1995	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energieversorgung	1,63	1,38	1,24	1,22	1,44	1,40	1,67	1,75	1,58
Kleinverbrauch	13,38	12,28	11,79	10,81	11,56	11,04	11,00	10,66	10,71
Industrie	29,04	29,76	32,96	31,76	31,35	31,16	30,47	30,26	29,30
Verkehr	13,75	15,72	16,29	16,57	16,81	17,25	17,64	17,77	17,72
Landwirtschaft	33,60	29,33	31,90	29,15	31,14	30,63	28,37	33,99	31,84
Sonstige	0,17	0,18	0,08	0,11	0,11	0,13	0,15	0,19	0,18
Gesamt (anthropogen)	91,57	88,64	94,26	89,62	92,40	91,61	89,30	94,62	91,34

Emissionstabelle 18: PM10-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gigagramm, Gg].

Verursacher	1990	1995	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energieversorgung	1,23	1,03	0,92	0,88	1,07	1,03	1,25	1,34	1,18
Kleinverbrauch	12,33	11,31	10,89	9,99	10,67	10,20	10,16	9,84	9,86
Industrie	17,51	16,94	18,36	17,66	17,47	17,02	16,58	16,33	15,85
Verkehr	7,00	8,20	8,29	8,48	8,64	8,92	9,23	9,22	9,17
Landwirtschaft	9,44	8,73	9,68	8,46	8,97	8,83	8,64	9,76	9,38
Sonstige	0,08	0,09	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,09	0,09
Gesamt (anthropogen)	47,59	46,29	48,16	45,52	46,87	46,06	45,93	46,58	45,53



Emissionstabelle 19: PM_{2,5}-Emissionen in 1.000 Tonnen [Gigagramm, Gg].

Verursacher	1990	1995	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energieversorgung	0,87	0,73	0,65	0,60	0,75	0,72	0,89	0,98	0,84
Kleinverbrauch	11,27	10,34	9,99	9,17	9,78	9,36	9,31	9,02	9,02
Industrie	8,55	7,73	7,99	7,62	7,55	7,25	6,98	6,75	6,59
Verkehr	5,64	6,70	6,70	6,88	7,03	7,29	7,57	7,54	7,50
Landwirtschaft	2,26	2,03	2,19	1,99	2,09	2,06	1,96	2,25	2,14
Sonstige	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
Gesamt (anthropogen)	28,61	27,57	27,53	26,28	27,22	26,68	26,73	26,56	26,12

Emissionstabelle 20: Emissionen der Versauerung in 1.000 Tonnen Versauerungsäquivalenten [Gigagramm, Gg].

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Energieversorgung	0,89	0,89	0,65	0,65	0,53	0,60	0,53	0,56	0,47	0,47	0,47	0,53	0,52	0,57	0,56	0,51
Kleinverbrauch	1,88	1,76	1,63	1,50	1,42	1,39	1,48	1,32	1,27	1,28	1,16	1,22	1,18	1,20	1,09	1,08
Industrie	1,75	1,74	1,45	1,40	1,39	1,30	1,33	1,46	1,34	1,25	1,21	1,21	1,21	1,18	1,11	1,13
Verkehr	2,39	2,70	2,58	2,57	2,43	2,39	2,72	2,30	2,68	2,44	2,63	2,75	2,91	3,09	3,00	3,02
Landwirtschaft	4,02	4,06	3,92	3,91	3,97	4,07	3,95	3,97	3,97	3,90	3,81	3,79	3,73	3,72	3,68	3,66
Sonstige	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06
Gesamt (anthropogen)	10,95	11,18	10,26	10,06	9,77	9,79	10,05	9,65	9,78	9,39	9,32	9,56	9,59	9,81	9,50	9,47

