

Luftschadstoff-Trends in Österreich 1980–2002





umweltbundesamt^u

LUFTSCHADSTOFF-TRENDS IN ÖSTERREICH

1980-2002

Wien, Juni 2004



Projektleitung

Michael Anderl

Autoren

Michael Anderl

Michael Gager

Bernd Guegele

Kati Huttunen

Agnes Kurzweil

Stephan Poupa

Manfred Ritter

Daniela Wappel

Manuela Wieser

Weitere Informationen zu Publikationen des Umweltbundesamtes finden Sie unter: www.umweltbundesamt.at

Impressum

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

Eigenvervielfältigung

Gedruckt auf Recyclingpapier/*Printed on recycling paper*

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, Juni 2004
Alle Rechte vorbehalten (all rights reserved)
ISBN 3-85457-736-2

VORWORT

Im diesem Bericht sind die neuesten Ergebnisse der *Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI)* bis einschließlich 2002 dargestellt. Er aktualisiert den Vorjahresbericht "Luftschadstoff-Trends in Österreich 1980-2001". Auf den Sektor Industrie wird als Schwerpunktthema detaillierter eingegangen.

Die zur Ermittlung der Daten angewandte Methodik entspricht den einschlägigen Richtlinien des IPCC¹ sowie des EMEP/CORINAIR² Handbuches. Eine detaillierte Methodikbeschreibung wird jährlich vom Umweltbundesamt in Form zweier Berichte (Austria's National Inventory Report und Austria's Informative Inventory Report) gesondert publiziert.

In den jährlich publizierten Luftschadstoff-Trendberichten werden die neuesten Ergebnisse der *Österreichischen Luftschadstoff-Inventur* für die Öffentlichkeit aufbereitet. Es werden die Schadstoffe umweltrelevanten Themen, wie z. B. dem Klimawandel oder der Bildung von bodennahem Ozon zugeordnet. Damit sollen jene Bereiche aufgezeigt werden in denen, im Zusammenhang mit für Österreich geltenden Reduktionsverpflichtungen, besonderer Handlungsbedarf besteht. Um die Position Österreichs in Europa aufzuzeigen, werden zusätzlich internationale Vergleiche angestellt.

Verschiedene Luftschadstoffemissionen unterliegen verschiedenen internationalen Übereinkommen und damit verschiedenen Berichtspflichten. 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) und UNFCCC⁵ - Berichtspflicht für Treibhausgase (Berichtsformat: CRF⁶)]. Dadurch ist eine Vergleichbarkeit der Daten mit sämtlichen aktuellen Berichten, sowohl auf nationaler wie auch auf internationaler Ebene, möglich. Weitere Details zur Verursachereinteilung sind in Kapitel 2.3 angeführt.

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.

Datengrundlage:

Das Umweltbundesamt führt jährlich eine Inventur des Ausstoßes von Luftschadstoffen durch, die als Grundlage für die Erfüllung der nationalen und internationalen Berichtspflichten dient. Diese *Österreichische Luftschadstoff-Inventur (OLI)* wird jedenfalls auch für zurückliegende Jahre aktualisiert, um vergleichbare Zahlen zur Verfügung zu haben.

Aktueller Datenstand: Dezember 2003

Informationen, die dem Umweltbundesamt nach Dezember 2003 übermittelt wurden, fließen in die diesjährige Inventur ein und werden im Jahr 2005 veröffentlicht (mit Datenstand Dezember 2004).

¹ International Panel on Climate Change

² EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook. Third edition. Prepared by the EMEP Task Force on Emission Inventories. October 2002 update. Internet site: <http://reports.eea.eu.int>

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

⁴ Nomenclature For Reporting: Berichtsformat der UNECE

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

⁶ Common Reporting Format: Berichtsformat der UNFCCC

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT

1	ZUSAMMENFASSUNG.....	5
2	GRUNDLAGEN DER INVENTUR	9
2.1	Methode	9
2.2	Schadstoffe.....	10
2.3	Verursachereinteilung.....	12
3	TREIBHAUSGASE.....	14
3.1	Emissionstrend 1990-2002.....	16
3.2	Aktuelle Entwicklung 2001-2002.....	17
3.3	Gesamtwirtschaftliche Einflussfaktoren	18
3.4	Entwicklung nach Sektoren.....	20
3.5	Entwicklung nach Gasen	24
3.5.1	Kohlendioxid (CO ₂).....	25
3.5.2	Methan (CH ₄).....	28
3.5.3	Lachgas (N ₂ O).....	30
3.5.4	F-Gase (HFKW, FKW und SF ₆).....	32
4	OZONVORLÄUFERSUBSTANZEN.....	34
4.1	Stickoxide (NO _x)	36
4.2	Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC).....	38
4.3	Kohlenmonoxid (CO).....	40
4.4	Methan (CH ₄).....	41
5	VERSAUERUNG UND EUTROPHIERUNG.....	42
5.1	Entwicklung nach Sektoren.....	42
5.2	Entwicklung nach Gasen	44
5.2.1	Schwefeldioxid (SO ₂).....	44
5.2.2	Ammoniak (NH ₃).....	47
5.2.3	Stickoxide (NO _x)	48
6	STAUB	49
6.1	Entwicklung von TSP, PM ₁₀ und PM _{2,5}	50
6.2	Gesamtstaub (TSP)	51
6.3	PM ₁₀	52

6.4	PM_{2,5}	53
7	SCHWERMETALLE	54
7.1	Kadmium (Cd).....	55
7.2	Quecksilber (Hg).....	57
7.3	Blei (Pb).....	58
8	PERSISTENTE ORGANISCHE VERBINDUNGEN	60
8.1	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH).....	60
8.2	Dioxine	61
8.3	Hexachlorbenzol.....	64
9	VERURSACHERTRENDS	66
9.1	Energieversorgung.....	66
9.2	Verkehr	70
9.3	Kleinverbraucher	75
9.4	Industrie	76
9.4.1	Emissionstrends	77
9.4.2	Industriesektoren.....	80
9.4.3	Pyrogene und prozessbedingte Emissionen.....	81
9.4.4	Das Europäische Schadstoffemissionsregister (EPER).....	84
9.5	Landwirtschaft.....	86
9.6	Sonstige	90
10	ÖSTERREICHS EMISSIONEN IM INTERNATIONALEN VERGLEICH	93
10.1	Treibhausgase	94
10.1.1	Kohlendioxid (CO ₂).....	94
10.1.2	Methan (CH ₄).....	95
10.1.3	Lachgas (N ₂ O).....	96
10.1.4	Das Kyoto-Ziel	97
10.2	Schwefeldioxid (SO ₂)	99
10.3	Stickoxide (NO _x)	101
10.4	Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC).....	103
10.5	Ammoniak (NH ₃)	105
10.6	Kohlenmonoxid (CO).....	108
11	LITERATURVERZEICHNIS	109
	ANHANG (Verursachertabellen).....	112

1 ZUSAMMENFASSUNG

Österreich hat sich eine Reihe von Umweltzielen zur Verminderung von Luftemissionen gesetzt. Mit der Unterzeichnung zweier internationaler Verträge der Vereinten Nationen wurden diese Ziele auch nach außen verbindlich festgelegt. Diese Verträge enthalten im wesentlichen Verpflichtungen zur Reduktion von Emissionen bis zu einem bestimmten Stichtag (siehe Kapitel 3 und 4) sowie die Einhaltung detaillierter Regeln bei der Datenermittlung.

Im folgenden ist ein kurzer Überblick über die Emissionsentwicklung Österreichs sowie die Fortschritte hinsichtlich der Zielerreichung gegeben. Die Reihenfolge der „Smilies“ ist durch die Trendrelevanz der einzelnen Luftschadstoffe bestimmt.

Treibhausgase

Kapitel 3 berücksichtigt die anthropogenen Emissionen der Treibhausgase CO₂, CH₄, N₂O sowie der drei F-Gas-Gruppen entsprechend ihrem unterschiedlichen Treibhauspotential.

- ☹ Im Jahr 2002 wurden insgesamt 84,6 Millionen Tonnen Treibhausgase (in CO₂-Äquivalenten) emittiert. Dies sind um 200.000 Tonnen mehr als im Vorjahr, was einem Anstieg um 0,3% entspricht. Im Vergleich zum Basisjahr (1990, für F-Gase 1995) emittierte Österreich 2002 um 6,6 Millionen Tonnen bzw. 8,5% mehr Treibhausgase (in CO₂-Äquivalenten). Österreich kommt somit dem Kyoto-Ziel einer dreizehn prozentigen Reduktion von treibhauswirksamen Gasen bis 2010 auch im Jahr 2002 nicht näher.
- ☹ Die CO₂-Emissionen, welche im Jahr 2002 für 82% (69,7 Millionen Tonnen) der Treibhausgasemissionen verantwortlich waren, haben sich gegenüber 2001 um 0,9% erhöht. Im Gegensatz zum CO₂-Stabilisierungsziel bis 2000 auf den Wert von 1990 ist eine erhebliche Steigerung (+14,4% von 1990 bis 2002) zu verzeichnen.
- ☺ Methan (CH₄) hat einen Anteil von 9% an den österreichischen Treibhausgasemissionen. Die CH₄-Emissionen sind von 1990 bis 2002 um 20,4% gesunken. Im Vergleich zum Vorjahr ist mit einer Reduktion von 2,5% ebenfalls eine positive Entwicklung zu verzeichnen.
- ☺ Lachgas (N₂O) trägt im Jahr 2002 zu 7% am Treibhauseffekt Österreichs bei. Die N₂O-Emissionen sind von 1990 bis 2002 um insgesamt 4,0% gesunken. Von 2001 auf 2002 ist eine Reduktion um 3,7% zu verzeichnen.
- ☺ Die Emissionen der F-Gase hatten im Jahr 2002 annähernd den gleichen Stand wie im Basisjahr (1995) und betragen 1,7 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente.

In folgender Abbildung ist die Abweichung der österreichischen Treibhausgasemissionen vom Kyoto-Zielpfad dargestellt. Dieser Zielpfad ist eine gerade Linie zwischen dem Basisjahr 1990 und dem Zieljahr 2010.

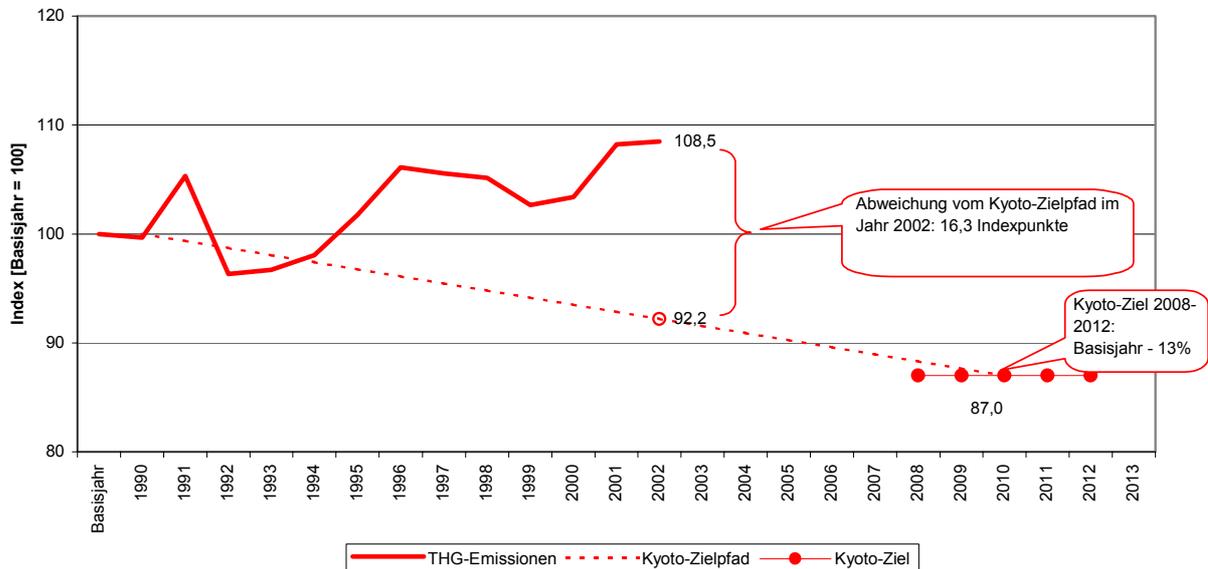


Abbildung 1: Verlauf der österreichischen Treibhausgasemissionen und Abweichung vom Kyoto-Zielpfad

Quelle: Umweltbundesamt (2004): Kyoto-Fortschrittsbericht 2004

Demnach betrug im Jahr 2002 die Abweichung vom Kyoto-Zielpfad +16,3 Indexpunkte. Dieser Index wird von der Europäischen Kommission und der Europäischen Umweltagentur verwendet, um den Fortschritt der EU-Mitgliedsstaaten untereinander vergleichen zu können.

Ozonvorläufersubstanzen

Im Kapitel 4 wird der Trend und das Erreichen internationaler Ziele der Ozonvorläufersubstanzen NMVOC, NO_x und CO behandelt.

- ☹️ Im Jahr 2002 wurden etwa 204.000 Tonnen NO_x emittiert. Mit einer NO_x-Reduktion von 13% im Zeitraum 1985 bis 2002 wurde das im Ozongesetz festgelegte Ziel einer 60%igen Reduktion bis 31. Dezember 2001 eindeutig verfehlt. Seit 1990 konnten die NO_x-Emissionen um nur 4% vermindert werden. Reduktionen wurden in den Sektoren Industrie und Energieversorgung erzielt, während die Kleinverbraucher steigende Emissionen aufweisen. Die Emissionen des Verkehrssektors befinden sich nach wie vor auf sehr hohem Niveau und haben seit 1997 steigende Tendenz. Der starke Anstieg verkehrsbedingter NO_x-Emissionen 2001 auf 2002 (+10%) bewirkte eine Zunahme der gesamten NO_x-Emissionen um 4% in diesem Zeitraum.
- ☹️ Von 1988 (Basisjahr des Ozongesetzes für NMVOC) bis 2002 konnten die NMVOC Emissionen um insgesamt 49% auf 193.000 Tonnen reduziert werden. Das im Ozongesetz festgelegte Reduktionsziel einer 60%igen Reduktion bis 31. Dezember 2001 wurde hiermit verfehlt. Seit 1999 verbleiben die NMVOC-Emissionen in etwa auf

konstantem Niveau. Um die weiteren Reduktionsziele des Ozongesetzes sowie das NMVOC-Minderungsziel gemäß Göteborg-Protokoll und Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L) erreichen zu können, werden in Zukunft weitere Anstrengungen erforderlich sein.

- ☺ Bei den CO-Emissionen ist seit 1990 eine Reduktion um 35% zu verzeichnen.

Versauerung und Eutrophierung

Im Jahr 2002 setzte sich die Summe der versauernd wirkenden Luftschadstoffe aus 51% NO_x, 36% NH₃, und 13% SO₂ zusammen (in Versauerungsäquivalenten umgerechnet, vgl. Kapitel 5).

- ☺ Die Gesamtemissionen zur Versauerung sind zwischen 1990 und 2002 um 17% zurückgegangen. Energieversorgung (-33%) Kleinverbraucher (-34%) und Industrie (-31%) weisen die größten Reduktionen auf. Die Emissionen der Landwirtschaft befinden sich jedoch trotz eines Rückgangs um 9% immer noch auf hohem Niveau. Die ebenfalls hohen Verkehrsemissionen konnten seit 1990 nur geringfügig um insgesamt 2% reduziert werden. Nach erfolgten Reduktionen bis 1997 verzeichnet dieser Sektor kontinuierlich ansteigende Emissionen.
- ☺ Die NH₃-Emissionen Österreichs liegen im gesamten Verlauf deutlich unter dem Göteborg Ziel für 2010 und unter jenen im Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L) festgesetzten Zielwerten (selber Zielwert: maximal 66.000 Tonnen NH₃/Jahr ab 2010).
- ☺ Bei den SO₂-Emissionen kam es seit 1990 zu einer 55%igen Reduktion auf 36.000 Tonnen 2002. Das im zweiten Schwefelprotokoll für Österreich vorgesehene Ziel für 2000 wurde genauso wie die Ziele gemäß Göteborg-Protokoll und Emissionshöchstmengengesetz-Luft (Emissionsgrenze von 39.000 Tonnen für SO₂) bereits im Jahr 1999 erfüllt.

Schwerpunktthema Industrie

In der Berichtsreihe „Luftschadstoff-Trends in Österreich“ wird jährlich eine Emittentengruppe als Schwerpunktthema ausgewählt und einer detaillierteren Betrachtung unterzogen. Im diesjährigen Bericht werden die Emissionen der Industrie vertiefend behandelt.

Folgende Entwicklungen charakterisieren die Emissionstrends dieser Emittentengruppe:

- ☺ Die Treibhausgasemissionen des Sektors Industrie sind nach einem Anstieg bis 1997 wieder leicht unter das Niveau von 1990 zurückgegangen (-2%).
- ☺ Die Emissionen der Ozonvorläufersubstanzen sowie der versauernd und eutrophierend wirkenden Luftschadstoffe sind seit 1990 teils beträchtlich reduziert worden: NO_x um 22%, CO um 26% bzw. SO₂ um 44%.
- ☺ Auch die Emissionen der sonstigen Luftschadstoffe (Schwermetalle und persistente organische Verbindungen) konnten u.a. durch Verfahrensumstellungen drastisch gesenkt werden: die Emissionen der Schwermetalle Cd, Hg und Pb gingen um 58%, 66% bzw. 80% zurück, die Emissionen von Dioxinen und HCB um 80% bzw. 84%.

Österreichs Emissionen im internationalen Vergleich

Im Kapitel 10 werden Österreichs anthropogene Emissionen jenen der EU15 sowie der Beitrittsländer⁷ gegenübergestellt:

In folgendem werden die Pro-Kopf-Emissionen für das Jahr 2001 verglichen:

- ☺ Die CO₂-Emissionen Österreichs pro Kopf liegen zwar etwas unter dem Durchschnitt der EU15, haben jedoch zunehmende Tendenz. Die durchschnittlichen Pro-Kopf-Emissionen der Beitrittsländer sind deutlich unter dem Niveau Österreichs.
- ☹ Trotz erfolgter Reduktionen liegen Österreichs CH₄-Emissionen pro Kopf deutlich über dem EU-Durchschnitt. Auch die Beitrittsländer weisen im Durchschnitt etwas niedrigere Pro-Kopf-Emissionen als Österreich auf.
- ☺ Österreichs N₂O-Emissionen pro Kopf sind unter dem Durchschnitt der EU15 sowie der Beitrittsländer.
- ☺ Die NH₃-Emissionen Österreichs pro Kopf konnten seit 1990 verringert werden und liegen unter dem Durchschnitt der EU15 sowie der Beitrittsländer.
- ☺ Österreich hat die niedrigsten SO₂-Emissionen pro Kopf und hat das EU-Ziel 2010 (NEC-Richtlinie national umgesetzt im EG-L) bereits erreicht.
- ☺ Die NO_x-Emissionen Österreichs pro Kopf liegen etwas unter dem Durchschnitt der EU15 jedoch über jenen der Beitrittsländer. Sie wurden zwar in den 90er Jahren reduziert, allerdings nicht in ausreichendem Ausmaß. Deshalb ist Österreich deutlich vom Erreichen der NO_x-Ziele 2010 gemäß NEC-Richtlinie (national umgesetzt im EG-L) entfernt.
- ☺ Die NMVOC-Emissionen pro Kopf liegen zwar noch immer etwas über dem Durchschnitt der EU15 und der Beitrittsländer, weisen aber seit 1990 deutliche Reduktionen auf. Zur Erreichung des Minderungsziels gemäß NEC-Richtlinie (national umgesetzt im EG-L) werden in Zukunft noch verstärkte Anstrengungen erforderlich sein.
- ☹ Trotz erfolgter Reduktionen liegen die CO-Emissionen Österreichs pro Kopf immer noch deutlich über dem Durchschnitt der EU15 und der Beitrittsländer.

⁷ In Anlehnung an den Europäischen Trendbericht (EEA 2003c) werden die neuen EU-Mitgliedsländer und die Beitrittskandidatenländer als eigene Gruppe betrachtet. Sie werden hier als Beitrittsländer bezeichnet.

2 GRUNDLAGEN DER INVENTUR

Österreich muss verschiedene nationale und internationale Berichtspflichten erfüllen. In der Abteilung „Luftemissionen“ des Umweltbundesamtes wird eine Österreichische Luftschadstoff-Inventur (OLI) erstellt, die all diesen Verpflichtungen nachkommt. Im Folgenden werden die Methodik, die Schadstoffe und die Verursachereinteilung dieser Inventur beschrieben.

2.1 Methode

Die Österreichische Luftschadstoff-Inventur (OLI) ermittelt für das österreichische Staatsgebiet den Ausstoß von Luftschadstoffen für jeweils ein Kalenderjahr. Dabei hält sich die OLI an die Berechnungsmethode CORINAIR⁸ der Europäischen Umweltagentur.

Bei großen Einzelquellen wird der Ausstoß (Emission) von Luftschadstoffen ganzjährig kontinuierlich gemessen. In Österreich ist dies z.B. bei kalorischen Kraftwerken der Fall, die in der Dampfkessel-Datenbank des Umweltbundesamtes zusammengefasst werden [UMWELTBUNDESAMT, 2003b]. Da der Aufwand für eine umfassende kontinuierliche Messung für die unzähligen verschiedenen Einzelquellen (Haushalte, Verkehr, ...) zu hoch wäre, greift die OLI deshalb meist auf verallgemeinerte Ergebnisse von Einzelmessungen (Emissionsfaktoren) zurück. Mit deren Hilfe sowie mit Rechenmodellen und statistischen Hilfsgrößen wird auf jährliche Emissionen umgerechnet. Bei den statistischen Hilfsgrößen handelt es sich dabei meist um Energieverbrauch, welcher in der Energiebilanz als energetischer Endverbrauch bezeichnet wird (z.B. Benzinverbrauch). In allgemeingültiger Form werden diese Daten als 'Aktivitäten' bezeichnet. Ein Vorteil dieser Methode besteht in der Vergleichbarkeit von Emissionsinventuren.

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

Aus Gründen der Transparenz wird für die Emissionsberechnungen im Rahmen der OLI auf publizierte Werte von Emissionsfaktoren und Aktivitäten zurückgegriffen [BMWA 2004]. Falls solche Werte für bestimmte Emissionsfaktoren in Österreich nicht zur Verfügung stehen, wird auf international übliche Werte aus den Kompendien der Berechnungsvorschriften [EMEP TASK FORCE ON EMISSION INVENTORIES, 1999], [INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 1997] zurückgegriffen.

Der vorliegende Bericht repräsentiert den Stand der Emissionsberechnungen vom Jänner 2004. Abweichungen zu bereits in den Vorjahren berichteten Emissionsdaten entstehen durch den kontinuierlichen Verbesserungsprozess der Inventur. Insbesondere die Einarbeitung neuer Studien für die Sektoren Lösemittelanwendung (NMVOC-Emissionen) und Abfallbehandlung (CH₄-Emissionen) führte zu größeren Änderungen der Werte im Vergleich zur Vorjahresinventur.

Das Umweltbundesamt bereitet sich momentan auf zukünftige Anforderungen an die OLI, die sich aus der Klimarahmenkonvention und dem Kyoto-Protokoll ergeben, vor. Es wurde ein Gesamtkonzept für das Nationale Inventur System (NISA) entwickelt, das auf der OLI als zentralem Kern aufbaut. Künftige Anforderungen betreffen insbesondere die Gewährleistung von Transparenz, Konsistenz, Vergleichbarkeit, Vollständigkeit und Genauigkeit der Inventur.

⁸ Core Inventory Air

Entsprechend Artikel 5.1 des Kyoto-Protokolls hat das Umweltbundesamt ein Nationales System eingerichtet. Die Installation eines Experten-Netzwerkes zielt auf einen verbesserten Informationsaustausch zwischen sämtlichen Organisationen ab, deren Daten signifikanten Einfluss auf die Emissionsinventur haben.

Weiters baut das Umweltbundesamt derzeit ein Qualitätsmanagementsystem entsprechend der Norm EN 45004 auf und plant die Akkreditierung zur Überwachungsstelle. Vorrangiges Ziel der Akkreditierung ist es, einen formalen Rahmen zu schaffen, um Nachvollziehbarkeit und Vergleichbarkeit der Inventur zu gewährleisten sowie zukünftig erhöhten Qualitätsanforderungen internationaler Berichtspflichten (insbesondere im Rahmen der UNFCCC) entsprechen zu können.

2.2 Schadstoffe

Verschiedene Schadstoffe stehen mit unterschiedlichen Auswirkungen auf die Umwelt in Zusammenhang. Die wesentlichen Problembereiche sind hierbei

- direkte negative Auswirkungen erhöhter Emissionen auf die menschliche Gesundheit, die Umwelt sowie Sach- und Kulturgüter
- Klimaerwärmung: Treibhauseffekt (verursacht durch Treibhausgase)
- die Bildung von bodennahem Ozon (aus Ozonvorläufersubstanzen)
- die Deposition von versauernd wirkenden Substanzen
- die Deposition von überdüngend („eutrophierend“) wirkenden Substanzen
- der Beitrag zur Belastung durch Schwebstaub (entweder durch direkte Staubemissionen oder durch die Emission von Gasen, aus denen in der Atmosphäre Aerosole⁹ entstehen können)

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

⁹ Unter dem Aerosol versteht man die in der Luft schwebenden festen oder flüssigen Teilchen. Sichtbar wird das Aerosol als Dunst, der die Atmosphäre trübt. Die Konzentration des Aerosols nimmt mit der Höhe stark ab, in 10 km Höhe findet man nur noch einen Zehntausendstel des Bodenwertes.

Tabelle 1: In der OLI erfasste Schadstoffe und deren Zuordnung zu verschiedenen Umweltproblemen

Schadstoffe	Bezeichnung	Direkte Auswirkungen	Treibhauseffekt	Ozonvorläufer-substanzen	Versauerung	Eutrophierung	Schwebestaub
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
NMVOC	Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan und ohne Substanzen, die im Montreal Protokoll geregelt werden	X*		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	Kadmium	X					
Hg	Quecksilber	X					
Pb	Blei	X					
PAH	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	X					X
HCB	Hexachlorbenzol	X					

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

2.3 Verursachereinteilung

Im Jahr 2002 erfolgte eine Vereinheitlichung der beiden UN-Berichtsformate¹⁰ über Luftemissionen. Die Darstellung der im Rahmen des *Übereinkommens über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverunreinigungen* der UNECE zu berichtenden Luftschadstoffemissionen (UN-Berichtspflicht klassischer Luftschadstoffe) wurde an jene des UN-Rahmenübereinkommens über Klimaänderungen (UN-Berichtspflicht über Treibhausgasemissionen) angeglichen.

Die Sektoreinteilung dieses Berichts leitet sich von diesen beiden Berichtsformaten (NFR¹¹ und CRF¹²-Format) ab. Dadurch wird vermieden, dass in verschiedenen Berichten unter der gleichen Sektorbezeichnung jeweils unterschiedliche Emissionsquellen zusammengefasst werden.

In den insgesamt sechs Verursachersektoren sind folgende Emittenten enthalten:

1.Sektor: Energieversorgung

Strom- und Fernwärmekraftwerke (inkl. energetischer Verwertung von Abfall)
Raffinerie
Kohle-, Erdgas- und Erdölförderung
flüchtige Emissionen von Treibstoffen

2.Sektor: Kleinverbraucher

Heizungsanlagen privater Haushalte, privater und öffentlicher Dienstleister, Gewerbe und Landwirtschaft
Off-Road Geräte für Haushalte, Gewerbe, Dienstleister und Landwirtschaft (beinhaltet z.B. landwirtschaftliche Geräte, Traktoren, Kleingeräte wie z.B. Rasenmäher, Motorsägen,....)

3.Sektor: Industrie

Prozess- und pyrogene Emissionen der Industrie
Off-Road Geräte der Industrie (selbstfahrende Baumaschinen etc.)

4.Sektor: Verkehr

Straßenverkehr, Bahnverkehr, Schifffahrt, nationaler Flugverkehr

5.Sektor: Landwirtschaft

Nutztierhaltung, Ackerbau, Grünlandwirtschaft

6. Sektor: Sonstige

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

¹⁰ 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.)

¹¹ **Nomenclature For Reporting**: Berichtsformat der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen (UNECE)

¹² **Common Reporting Format**: Berichtsformat des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC)

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

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

3 TREIBHAUSGASE

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

Vermerkt auftretende Wetteranomalien und Extremwetterereignisse werden heute von der überwiegenden Mehrzahl von Wissenschaftlern aus aller Welt auf den laufenden Klimawandel zurückgeführt. Nicht zuletzt das Jahrhunderthochwasser im August 2002 veranschaulichen mehr denn je die Bedeutung nachhaltigen Wirtschaftens als Konzept zur Sicherung der Zukunft Österreichs.

Das Rahmenübereinkommen über Klimaänderungen

Am 9.5.1992 wurde das Rahmenübereinkommen über Klimaänderungen (UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change) in New York beschlossen und im Juni 1992 am Umweltgipfel in Rio de Janeiro zur Unterzeichnung aufgelegt. Bis 26. Februar 2004 wurde es von 188 Staaten ratifiziert (Österreich: 28.2.1994). Es trat am 21. März 1994 in Kraft.

Nach Artikel 7 des Rahmenübereinkommens wird die Konferenz der Vertragsparteien (COP, Conference of the Parties) als oberstes Organ des Übereinkommens eingesetzt.

Das Kyoto-Protokoll

Am 11.12.1997 wurde bei COP-3 in Kyoto, Japan, das Kyoto-Protokoll beschlossen (Decision 1/CP.3, Adoption of the Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change). Es wurde bis zum 15. April 2004 von 122 Staaten ratifiziert, darunter die EU und alle Mitgliedsstaaten.

Durch das Kyoto-Protokoll wurden erstmals verbindliche Treibhausgas-Reduktionsziele für die Industriestaaten festgelegt. Die in Anlage I aufgeführten 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. Basisjahr ist für die Treibhausgase CO₂, CH₄ und N₂O 1990, für HFKW, FKW und SF₆ kann 1990 oder 1995 gewählt werden. Die Europäische Union verpflichtete sich dabei, ihre Treibhausgasemissionen um 8% zu reduzieren, wobei Österreichs Verpflichtung innerhalb der europäischen "Glockenlösung" 13% beträgt. Im Kapitel 10 werden Österreichs Treibhausgasemissionen einem europäischen Vergleich unterzogen.

Das europäische System („EU Monitoring Mechanism“)

Nach der Unterzeichnung der UNFCCC hat die Europäische Gemeinschaft als Vertragspartei im Jahr 1993 ein *System zur Beobachtung der Emissionen von CO₂ und anderen Treibhausgasen in der Gemeinschaft* (Entscheidung 93/389/EWG) beschlossen. Dieses System diente dazu, die Fortschritte bei der Stabilisierung von CO₂-Emissionen auf dem Gebiet der EU auf dem Niveau von 1990 bis zum Jahr 2000 zu kontrollieren. Mit dem Abschluss des Kyoto-Protokolls wurde der Monitoring Mechanism den neuen Bestimmungen angepasst (Entscheidung 99/296/EG). Neben dem CO₂-Stabilisierungsziel bis zum Jahr 2000 wurden die Emissionsbegrenzungen bzw. -reduktionen aller im Kyoto-Protokoll

¹³ „In Anlage I aufgeführte Vertragspartei“ bedeutet eine Vertragspartei, die in Anlage I des Übereinkommens in seiner jeweils geänderten Fassung aufgeführt ist, oder eine Vertragspartei, die eine Notifikation nach Artikel 4 Absatz 2 Buchstabe g des Übereinkommens übermittelt hat.

vorgesehenen Treibhausgase (CO₂, CH₄, N₂O, HFKW, FKW, SF₆) in den Monitoring Mechanism aufgenommen.

In der Entscheidung 280/2004/EG¹⁴ 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 soll sowohl eine hohe Transparenz als auch eine hohe Qualität und Vergleichbarkeit der Daten gewährleistet werden.

Mit dieser Entscheidung wird auf EU-Ebene das Kyoto-Protokoll angewendet, noch bevor es auf internationaler Ebene in Kraft tritt¹⁵.

¹⁴ 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.

¹⁵ Das Kyoto-Protokoll tritt erst in Kraft, wenn es von mindestens 55% der Vertragsparteien ratifiziert wurde. Auf diese müssen mindestens 55% der CO₂-Emissionen vom Volumen 1990 entfallen.

3.1 Emissionstrend 1990-2002

In folgender Tabelle wurden die anthropogenen Emissionen der Treibhausgase CO₂, CH₄, N₂O und der drei F-Gas-Gruppen¹⁶ entsprechend ihrem unterschiedlichen Treibhauspotential ("global warming potential – GWP")¹⁷ berücksichtigt.

Tabelle 2: Treibhausgasemissionen in Österreich (Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente)

Luftemissionen	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	F-Gase gesamt	Gesamt
GWP	1	21	310	Von 140 bis zu 23.900	
Basisjahr ¹⁸	60,90	9,37	5,99	1,74	78,00
1990	60,90	9,37	5,99	1,48	77,75
1991	64,54	9,34	6,62	1,66	82,15
1992	59,08	9,05	5,69	1,31	75,14
1993	59,31	9,01	6,21	0,88	75,41
1994	59,70	8,87	6,80	1,10	76,48
1995	62,47	8,77	6,37	1,74	79,36
1996	66,15	8,60	6,14	1,89	82,78
1997	65,71	8,34	6,41	1,88	82,34
1998	65,81	8,22	6,18	1,79	82,00
1999	64,34	8,03	6,09	1,63	80,08
2000	65,06	7,79	6,05	1,74	80,64
2001	69,04	7,66	5,97	1,74	84,40
2002	69,67	7,46	5,75	1,74	84,62
Differenz (%) Basisjahr-2002	14,4%	-20,4%	-4,0%	-0,1%	8,5%
Anteile 2002	82,3%	8,8%	6,8%	2,1%	100%

Trend

Österreich ist dem Ziel einer dreizehnprozentigen Reduktion von treibhauswirksamen Gasen bis 2010 auch im Jahr 2002 nicht nähergekommen (siehe Abbildung 2). Seit dem Basisjahr sind die Treibhausgasemissionen um 8,5% gestiegen.

¹⁶ HFKW (teilfluorierte Kohlenwasserstoffe), FKW (vollfluorierte Kohlenwasserstoffe), SF₆ (Schwefelhexafluorid)

¹⁷ Das Treibhauspotential 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 Treibhauspotential 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 Treibhauspotential von 1, Methan ein Treibhauspotential von 21, Lachgas ein Treibhauspotential von 310, die F-Gase von 140 bis zu 23.900 (immer bezogen auf einen Zeitraum von 100 Jahren).

¹⁸ Basisjahr für CO₂, CH₄ und N₂O: 1990; für F-Gase: 1995

Kohlendioxid war im Jahr 2002 mit einem Anteil von 82,3% hauptverantwortlich für die hohe Summe an Treibhausgasen. Methan trug im selben Jahr 8,8% bei, gefolgt von Lachgas mit 6,8% und den drei F-Gasen mit insgesamt 2,1%.

Die CH₄-Emissionen sind gegenüber dem Basisjahr um 20,4% gesunken und betragen 2002 7,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. Die N₂O-Emissionen sind ebenfalls gesunken, nämlich um 4% auf 5,8 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. Die Emissionen der F-Gase wurden unverändert mit 1,7 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente für das Jahr 2002 fortgeschrieben.

Folgende Abbildung zeigt den Emissionstrend der in Österreich emittierten Treibhausgase von 1990 bis 2002:

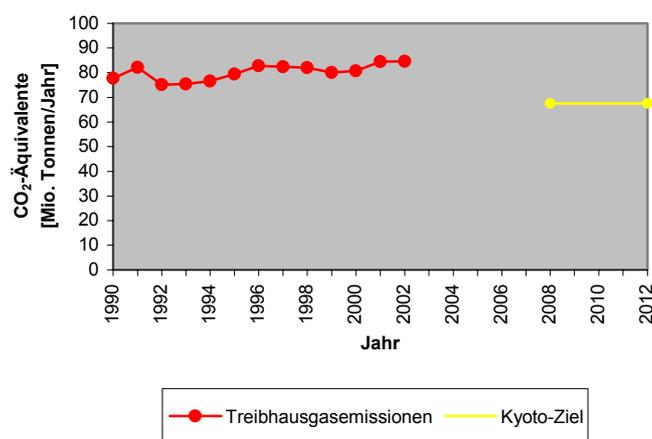


Abbildung 2: Treibhausgastrend 1990 bis 2002 und Kyoto-Ziel 2008-2012

Ursachen

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

Beim Straßenverkehr ist der mit Abstand größte Emissionszuwachs seit 1990 zu verzeichnen (vgl. Abbildung 5 und Abbildung 6).

Die Emissionsspitze des Jahres 1991 sowie der Anstieg 1996 beruhen auf verhältnismäßig kalte Winter und die damit einhergehenden erhöhten Brennstoffeinsätze zur Wärme- und Stromgewinnung. Für das Jahr 1997 ist die erhöhte Industrieproduktion (Eisen- und Stahlindustrie) Trend bestimmend.

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.

3.2 Aktuelle Entwicklung 2001-2002

Die Treibhausgasemissionen Österreichs betragen im Jahr 2002 84,6 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente und sind somit um 0,3% gegenüber dem Vorjahr gestiegen. Hauptverantwortlich für diese Entwicklung sind die stark steigenden CO₂-Emissionen vom laufend zunehmenden Straßenverkehr.

Entwicklung nach Gasen

Die den Trend dominierenden CO₂-Emissionen stiegen von 2001 auf 2002 um 0,9%. Die Methanemissionen gingen im Vergleich zu 2001 um 2,5% zurück. Die Lachgasemissionen gingen im selben Zeitraum sogar um 3,7% zurück.

Da es im Bereich der F-Gase keine neueren Erhebungen gibt, wurden diese "fortgeschrieben", d.h. die Zahlen für 2001 auch für das Inventurjahr 2002 verwendet. Mit Hilfe der im Rahmen der „HFKW-FKW-SF6-Verordnung“ enthaltenen Meldepflicht für Betriebe, welche F-Gase einsetzen (siehe auch Kapitel 3.5.4), ist eine Aktualisierung der Zahlen für die Inventur 2004 geplant. Die Ergebnisse werden im Luftschadstoff-Trendbericht 2005 präsentiert.

Entwicklung nach Sektoren

Im Verkehrssektor kam es von 2001 auf 2002 zum massivsten Anstieg (+10%) der Treibhausgasemissionen. In der Energieversorgung sind die Treibhausgasemissionen um 3,2% gestiegen.

Der größte Rückgang 2002 ist bei den Kleinverbrauchern mit einer Abnahme um 7,8% und bei der Landwirtschaft um 4,7% zu verzeichnen. Im Bereich der Industrie kam es von 2001 bis 2002 zu einer Reduktion um 2,4%. Die Treibhausgasemissionen der Gruppe der Sonstigen (bei den Treibhausgasen hauptsächlich verursacht von Methan aus Mülldeponien, vgl. Kapitel 3.4) verringerten sich um 2,4%.

3.3 Gesamtwirtschaftliche Einflussfaktoren

Folgende Faktoren beeinflussen die Treibhausgasemissionen maßgeblich:

- Bevölkerungswachstum
- Wirtschaftswachstum
- Temperaturverlauf und der damit verbundene Heizaufwand
- Steigerungen der Energieeffizienz
- Anteil der erneuerbaren Energieträger, etwa Stromproduktion in Wasserkraftwerken (sie beeinflusst den notwendigen Ausgleich aus kalorischen Kraftwerken)
- Mix der fossilen Energieträger, etwa in kalorischen Kraftwerken (bei der Verbrennung von Erdgas entsteht pro Energieeinheit rund 40 % weniger CO₂ als bei der Verbrennung von Kohle)
- Struktur- und Preiseffekte der Liberalisierung der Energiemärkte
- Weltmarktpreise für Energie
- Strukturveränderungen in der Wirtschaft und im Konsumverhalten

In Tabelle 3 sind die relativen Veränderungen der fünf wesentlichen Einflussfaktoren dargestellt.

Tabelle 3: Veränderung der Treibhausgase und gesamtwirtschaftlicher Einflussfaktoren

	Veränderung zum Vorjahr	Veränderung zu 1990
Treibhausgase	+0,3 %	+8,5 %
Bevölkerung	+0,3 %	+4,9 %
Bruttoinlandsprodukt	+1,4 %	+29,2 %
Bruttoinlandsverbrauch	-1,2 %	+21,3 %
Verbrauch fossiler Energieträger	+2,3 %	+17,5 %
Heizgradtage	-3,1 %	+0,1 %

Quelle: UMWELTBUNDESAMT (2003b), STATISTIK AUSTRIA (2003a, 2003b, 2003c)

In Abbildung 3 ist die Veränderung dieser Einflussfaktoren sowie des Treibhausgas-Ausstoßes Österreichs als Index (d.h. relativ zu 1990) graphisch dargestellt:

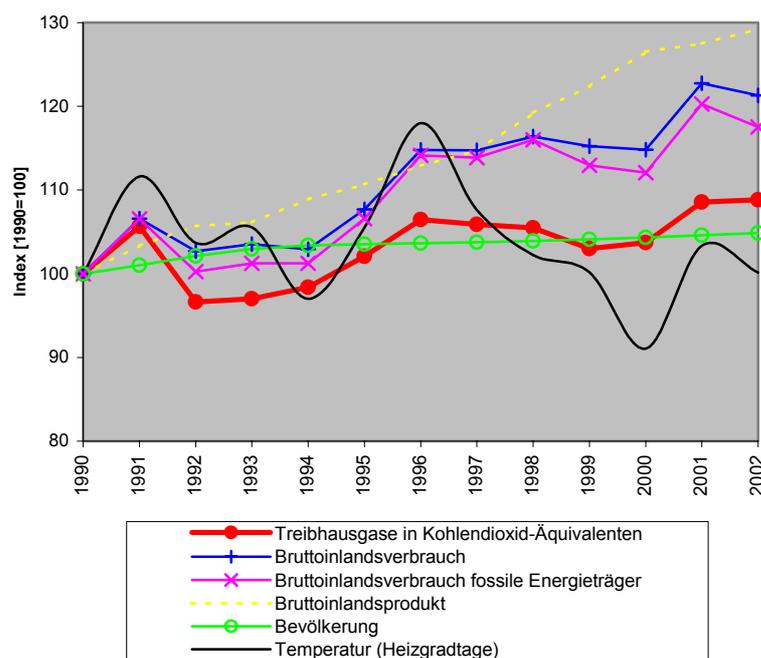


Abbildung 3: Treibhausgasemissionen und treibende Kräfte 1990 bis 2002

Die Treibhausgase haben sich seit 1990 nicht vom Bevölkerungswachstum entkoppelt: einer Steigerung der Treibhausgase um 8,5% steht ein Bevölkerungswachstum von rund 5% gegenüber. Allerdings kam es sehr wohl zu einer Entkoppelung von Treibhausgasen und Energieverbrauch bzw. Bruttoinlandsprodukt (BIP). Der Energieverbrauch erhöhte sich seit 1990 um 21%, das BIP um 29%. Damit fiel die Treibhausgasintensität des Energieverbrauchs um 10 % und jene des BIP um 16 % (Kyoto-Fortschrittsbericht, Umweltbundesamt 2004).

3.4 Entwicklung nach Sektoren

In folgender Abbildung sind die Anteile der sechs Hauptverursacherguppen an den Treibhausgasemissionen Österreichs für das Jahr 2002 dargestellt:

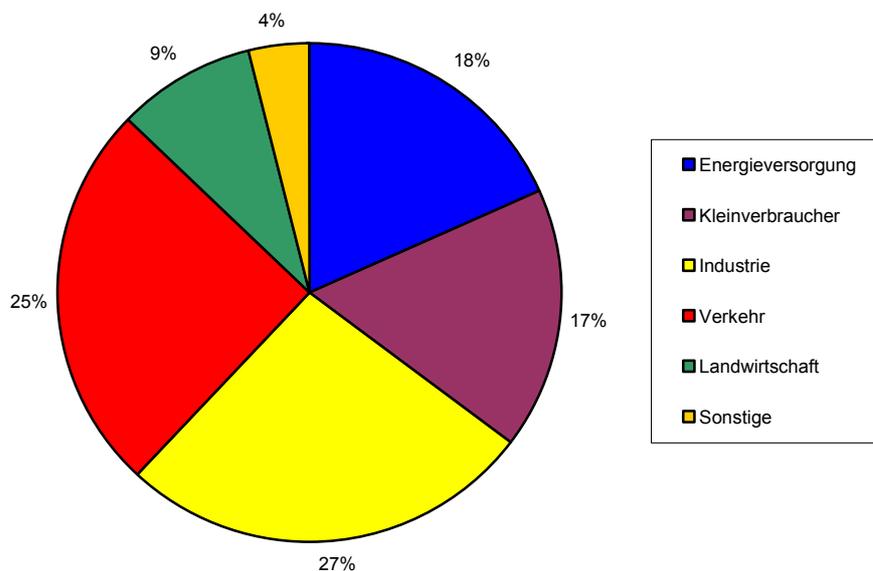


Abbildung 4: Anteile der Hauptverursacher an den Treibhausgasemissionen 2002

Hauptverursacher

2002 lagen die Anteile der einzelnen Emittentengruppen an den gesamten Emissionen der Treibhausgase für den Sektor Industrie bei 27%, für den Sektor Verkehr bei 25%, für die Kleinverbraucher bei 18%, für die Energieversorgung bei 17% und für die Landwirtschaft bei 9%. Die Gruppe der Sonstigen emittierte im selben Jahr 4% der Klimagase, wobei es sich hier zum überwiegenden Teil um Methanemissionen aus Mülldeponien handelt.

In Abbildung 5 ist die absolute und relative Veränderung des Treibhausgasausstoßes der sechs Sektoren von 1990 bis 2002 dargestellt:

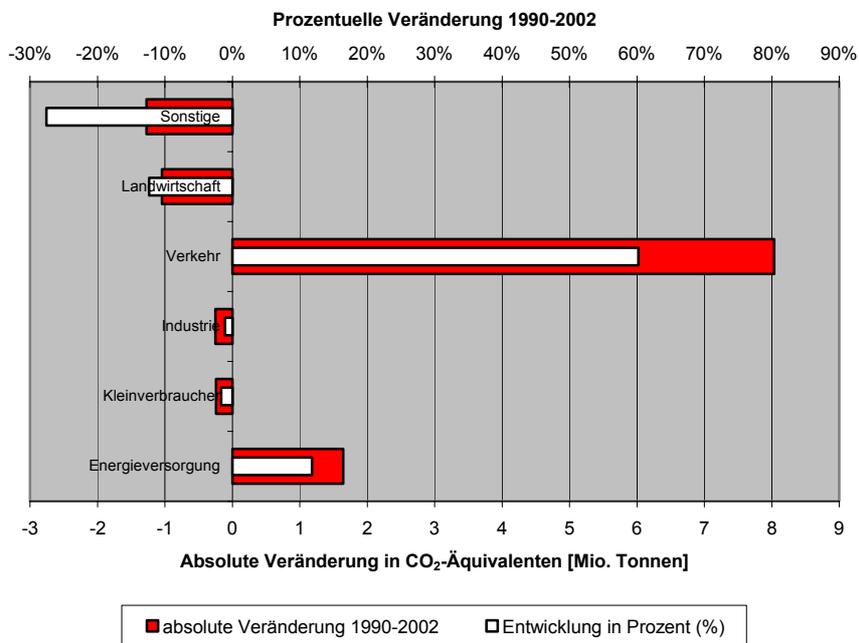


Abbildung 5: Veränderung des Treibhausgasausstoßes der sechs Hauptverursacher von 1990 bis 2002 (absolut in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente und in Prozent)

Trends

Die Treibhausgasemissionen des Sektors Verkehr sind zwischen 1990 und 2002 am meisten, nämlich um 60% (+8 Millionen Tonnen) auf 21,4 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente angestiegen. Es folgt der Energieversorgungssektor mit einem Zuwachs von 12% (+1,6 Millionen Tonnen) auf 15,6 Millionen Tonnen. Der Sektor Kleinverbraucher konnte seine Treibhausgasemissionen seit 1990 um 2% auf 14,2 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente reduzieren (-0,2 Millionen Tonnen). Mit einem Ausstoß von 22,7 Millionen Tonnen Treibhausgasen im Jahr 2002 ist bei der Industrie eine Reduktion von -1% (-0,3 Millionen Tonnen) im Vergleich zu 1990 zu verzeichnen. Die Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft sind von 1990 bis 2002 um 12% auf 7,4 Millionen Tonnen (-1 Million Tonnen) und jene der Sonstigen um 28% auf 3,3 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente gesunken (-1,3 Millionen Tonnen).

Abbildung 6 gibt die Trends der einzelnen Emittentengruppen in CO₂-Äquivalenten wieder.

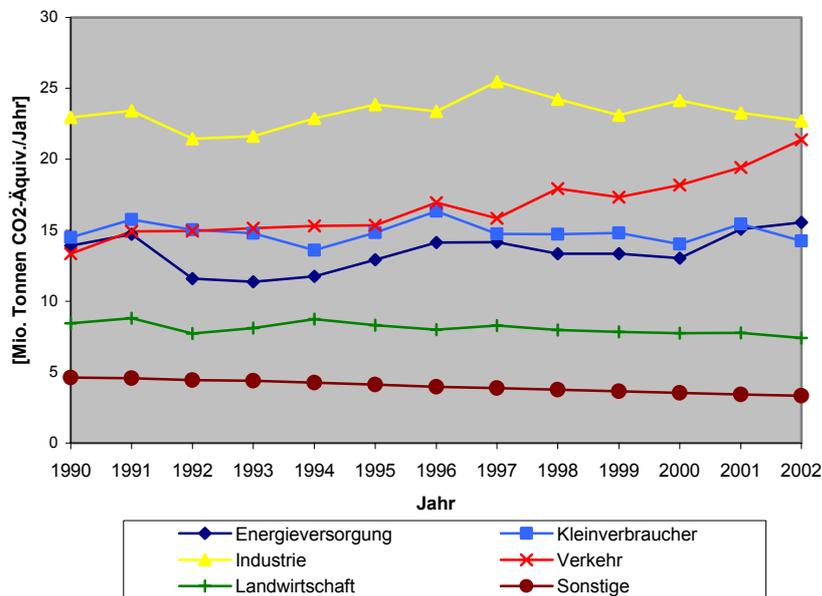


Abbildung 6: Treibhausgasemissionen nach Sektoren 1990-2002

Ursachen

Die Treibhausgasemissionen der Energieversorgung bestehen zu 98% aus CO₂ und zu 2% aus Methan und stiegen im Zeitraum 1990 bis 2002 insgesamt um 12% an. Ab dem Jahr 2000 ist ein massiver Zuwachs zu verzeichnen. Dieser lässt sich mit den größeren Brennstoffeinsatz und der vermehrten Beschickung der Kraftwerke mit Kohle erklären (vgl. auch Kapitel 9.1). Der Anteil der Energieversorgung an den gesamten Treibhausgasemissionen blieb seit 1990 mit 18% konstant.

Die Treibhausgasemissionen der Kleinverbraucher nahmen im Zeitraum 1990 bis 2002 um 2% leicht ab. Ihr Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen nahm ebenfalls um 2% auf etwa 17% im Jahr 2002 ab. 96% der Treibhausgasemissionen dieses Sektors bestehen aus CO₂. Mit einer leichten Abnahme um 1% ist der Trend seit 1990 relativ konstant. Der Rückgang der CO₂-Emissionen 2001 auf 2002 um 8% lässt sich im Wesentlichen auf den geringeren Heizbedarf aufgrund günstigerer Witterungsbedingungen zurückführen. Die Spitzen der Jahre 1991, 1996 und 2001 weisen auf einen vermehrten Heizungseinsatz aufgrund kälterer Winter hin. Die Gewinnung von Raumwärme trägt den Großteil, nämlich 85% (2002) der CO₂-Emissionen dieses Sektors bei. Die restlichen 15% bewirkte der Einsatz von Off-Road Geräten bei der Land- und Forstwirtschaft.

Die N₂O-Emissionen der Kleinverbraucher stiegen um 16% an, im Gegensatz dazu konnten die CH₄-Emissionen um 31% reduziert werden. Gut die Hälfte der N₂O-Emissionen der Kleinverbraucher (55%) stammt aus Off-Road Geräten der Land- und Forstwirtschaft, bei den CH₄-Emissionen stammen hingegen nur 8% von Off-Road Geräten.

Die Industrie konnte seit 1990 ihre Treibhausgasemissionen um einen Prozentpunkt reduzieren. Der Anteil der Industrie an den gesamten österreichischen Treibhausgasemissionen verringerte sich ebenfalls, nämlich um drei Prozentpunkte auf

einen Anteil von 27% im Jahr 2002. Die Spitze 1997 weist auf die gute Konjunkturlage der Eisen- und Stahlindustrie und den damit verbundenen vermehrten Brennstoffeinsatz hin.

Die Treibhausgase der Industrie bestehen zu etwa 88% aus CO₂, zu 8% aus F-Gasen und zu 4% aus N₂O (2002). Die CO₂-Emissionen der Industrie gingen seit 1990 um 2% zurück, die N₂O-Emissionen um 8%. Diese Reduktion lässt sich auf den Einbau eines Katalysators in der chemischen Industrie (Salpetersäureproduktion) zurückführen. Die F-Gas Emissionen stiegen seit 1990 um 17% an, seit dem Basisjahr 1995 (für F-Gase) blieben sie in etwa konstant.

Die Treibhausgase des Verkehrssektors unterliegen den größten Steigerungsraten. Betrug der Anteil des Verkehrs an den gesamten Treibhausgasemissionen im Jahr 1990 17%, so waren es im Jahr 2002 bereits 25%. Insgesamt stiegen die Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors um 60%. 97% der Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors nimmt das bei der Verbrennung von Treibstoffen freigesetzte CO₂ ein (2002), der Rest ist zum überwiegendem Teil N₂O (vgl. Kapitel 9.2). Methan spielt bei den Emissionen des Verkehrssektors kaum eine Rolle.

Die Treibhausgasemissionen des Landwirtschaftsbereiches bestanden im Jahr 2002 zu 54% aus CH₄ und zu 46% aus N₂O-Emissionen (in THG-Äquivalenten). Rückläufige Viehbestandszahlen, der (damit einhergehende) verringerte Anfall von organischem Dünger und ein variierender Kunstdüngereinsatz sind die wesentlichsten Einflussgrößen der Emissionsentwicklung (-12% 1990-2002, vgl. Kapitel 9.5). Der Anteil der Landwirtschaft an den gesamten Treibhausgasemissionen Österreichs betrug im Jahr 2002 mit 9% um zwei Prozentpunkte weniger als 1990.

Die Treibhausgasemissionen der Gruppe der Sonstigen setzen sich zu 85% aus Methan, zu 9% aus N₂O und zu 6% aus CO₂ zusammen.

Die laufend steigende Gaserfassungsrate bei Deponien sowie die Reduktion der organischen Substanzen im Restmüll stellen für Methan die bedeutendsten Reduktionsmaßnahmen dieses Sektors dar (vgl. Kapitel 3.5.2 und 9.6).

Die restlichen Treibhausgasemissionen der Sonstigen sind die CO₂ und N₂O-Emissionen des Lösungsmittelsektors und zu einem geringen Teil der Müllverbrennung (ohne energetische Nutzung).

3.5 Entwicklung nach Gasen

Abbildung 7 gibt die Emissionstrends der einzelnen Treibhausgase an den gesamten Treibhausgasemissionen in CO₂-Äquivalenten wieder.

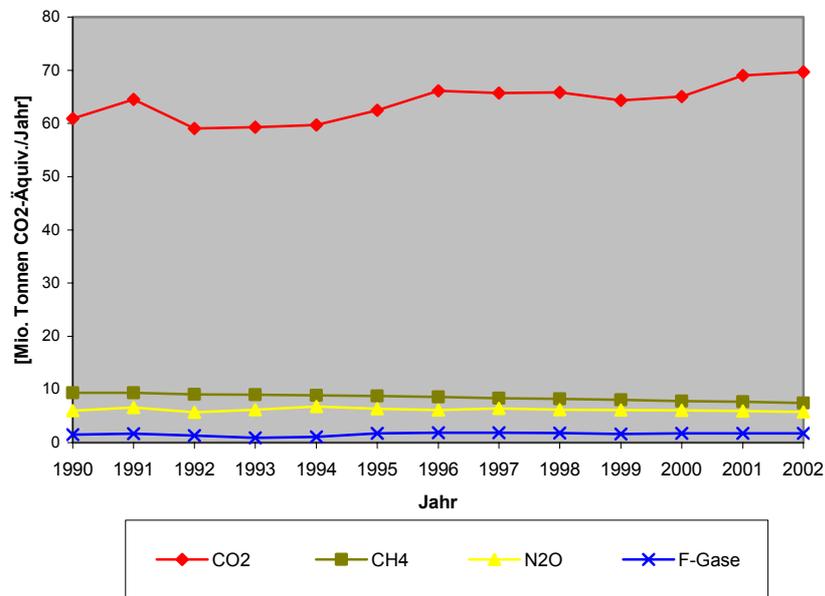


Abbildung 7: Treibhausgasemissionen nach Gasen 1990 bis 2002

CO₂-Emissionen: Sie sind Hauptverursacher des Treibhauseffektes und daher Trend bestimmend. Die anthropogenen CO₂-Emissionen stiegen zwischen 1990 und 2002 um 8,8 Millionen Tonnen (+14,4%) an und machten 2002 82% aller Treibhausgasemissionen aus. Die wichtigste Emissionsquelle stellt die energetische Nutzung fossiler Energieträger (Verbrennung) dar.

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

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

In Abbildung 8 ist zu erkennen, dass das CO₂-Stabilisierungsziel 2000 nicht erreicht wurde. Die 14,4%ige Zunahme von CO₂ seit dem Basisjahr 1990 (Stand 2002) ist Hauptursache für den derzeitigen Treibhausgas-Trend von +8,8%.

CH₄-Emissionen: Die CH₄-Emissionen sind zwischen 1990 und 2002 um 91 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente (-20,4%) gesunken. Damit hatten sie 2002 einen Anteil von 9% der Treibhausgasemissionen. Hauptverantwortlich für diesen Trend sind zum überwiegenden

Teil die Reduktionsmaßnahmen bei Mülldeponien sowie die rückläufigen Rinderzahlen im Landwirtschaftssektor.

N₂O-Emissionen: Die N₂O-Emissionen haben leicht fallende Tendenz. 2002 lagen sie um 4% unter dem Wert von 1990 und machten 7% aller Treibhausgasemissionen aus. Der Landwirtschaftssektor ist mit einem Anteil von 59% im Jahr 2002 Hauptemittent. Die chemische Industrie konnte ihre N₂O Emissionen durch die Anwendung eines neuen Verfahrens in der Salpetersäureproduktion deutlich reduzieren. Weiters haben die Emissionen des Verkehrssektors Einfluss auf den Trend. Nach einem Anstieg bis Mitte der 90er Jahre bedingt durch die Einführung des Katalysators benzinbetriebener Kfz, haben sich die N₂O Emissionen des Verkehrs zuletzt (auf vergleichsweise hohem Niveau) stabilisiert.

F-Gase: Seit dem Basisjahr 1995 ist für die Summe der F-Gase (HFKW, FKW und SF₆) kaum eine Veränderung zu verzeichnen. Die Reduktion betrug lediglich 0,1%. Im Jahr 2002 hatten sie einen Anteil von 2% an den gesamten Treibhausgasemissionen.

Da es im Bereich der F-Gase keine neueren Erhebungen gibt, wurden diese "fortgeschrieben", d.h. die Zahlen für 2001 auch für das Inventurjahr 2002 verwendet. Mit Hilfe der im Rahmen der „HFKW-FKW-SF₆-Verordnung (BGBl. II Nr. 447/2002)“ enthaltenen Meldepflicht für Betriebe die F-Gase einsetzen (siehe auch Kapitel 3.5.4), ist eine Aktualisierung der Zahlen für die Inventur 2004 geplant. Die Ergebnisse werden im Luftschadstoff-Trendbericht 2005 präsentiert.

Generell ist in den nächsten Jahren mit einer starken Reduktion der F-Gas Emissionen zu rechnen, da mit der oben erwähnten Verordnung die Verwendung der F-Gase ab 2003 reguliert und schrittweise weitestgehend verboten wird.

3.5.1 Kohlendioxid (CO₂)

CO₂ entsteht überwiegend durch Verbrennung fossiler Brennstoffe wie Erdgas, Erdöl und Kohle. Im Jahr 2002 wurden in Österreich 69,7 Millionen Tonnen CO₂ emittiert und damit um 8,8 Millionen Tonnen (+14,4%) mehr als im Kyoto-Basisjahr 1990.

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

In folgender Abbildung ist der CO₂-Trend Österreichs sowie das Stabilisierungsziel 2000 dargestellt:

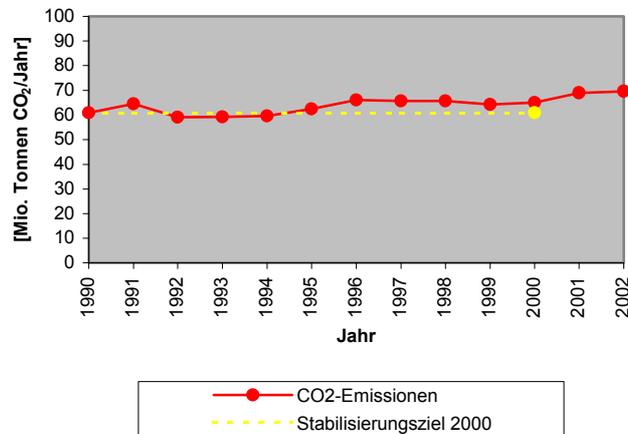


Abbildung 8: CO₂-Emissionen 1990 bis 2002 und Stabilisierungsziel für das Jahr 2000

Trend

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

Danach stiegen die CO₂-Emissionen stetig bis 1996 an. Die hohen Emissionen im Jahr 1996 resultieren aus der guten Konjunkturlage (insbesondere der Eisen- und Stahlindustrie) sowie dem erhöhten Brennstoffeinsatz aufgrund des kalten Winters 1996.

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

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

Ziel

Bisher konnten die CO₂-Emissionen nicht stabilisiert werden, das Stabilisierungsziel der CO₂ Emissionen gemäß dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC) im Jahr 2000 auf die Höhe von 1990 wurde eindeutig verfehlt (vgl. Abbildung 8).

In folgender Abbildung sind die CO₂-Trends nach Hauptverursachern aufgegliedert dargestellt:

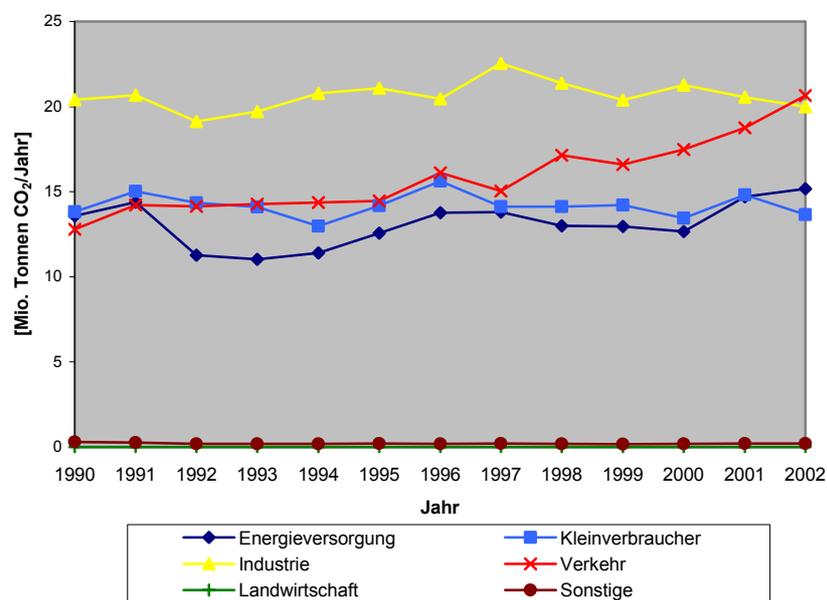


Abbildung 9: CO₂-Trend nach Sektoren 1990 bis 2002

Hauptverursacher und Trends

2002 lagen die Anteile der einzelnen Emittentengruppen an den gesamten CO₂-Emissionen für den Sektor Verkehr bei 30%, für die Industrie bei 29%, die Energieversorgung bei 22% und für den Sektor Kleinverbraucher bei 20%. Der Sektor Landwirtschaft verursacht keine anthropogenen CO₂-Emissionen, da der Betrieb von Geräten und Raumheizung im Sektor Kleinverbrauch enthalten sind.

Die CO₂-Emissionen des Sektors Verkehr sind zwischen 1990 und 2002 um insgesamt 61% angestiegen. Dieser Sektor besitzt eine außerordentliche Dynamik, denn stiegen die CO₂ Emissionen von 1990 bis 1995 um 13%, so ist im Zeitraum 1995 bis 2002 ein Anstieg um 43%, also mehr als das Dreifache, zu verzeichnen. Im Vergleich zu 2001 weist das Jahr 2002 für diesen Sektor einen um 10% höheren Kohlendioxidaustoß auf.

Die CO₂-Emissionen aus dem Sektor Energieversorgung stiegen um insgesamt 12%, wobei 2001 auf 2002 ein Anstieg um 3% zu verzeichnen ist.

Die um 8% verminderten CO₂-Emissionen von 2001 auf 2002 bewirken für den Sektor Kleinverbraucher eine Reduktion um insgesamt 1% seit 1990.

Die Industrie konnte seit 1990 ihre Emissionen um 2% reduzieren. 2001 auf 2002 wurde eine Reduktion um 3% ermittelt.

Bei den Sonstigen (Mülldeponien und Lösemittelanwendung) ist eine Reduktion um 32% zu verzeichnen. Deren CO₂-Emissionen nahmen jedoch im Jahr 2002 nicht einmal 1% der CO₂-Gesamtemissionen ein, weshalb sie von nur sehr untergeordneter Bedeutung sind.

Ursachen

Die CO₂-Emissionen Österreichs entwickeln sich in etwa parallel zum Einsatz fossiler Energieträger (vgl. Abbildung 3), da die Verbrennung von Biomasse nicht zu den

anthropogenen CO₂-Emissionen gerechnet wird. CO₂-Emissionen aus nachwachsenden Rohstoffen werden also nicht den Gesamtemissionen zugerechnet sondern gelten als "CO₂-neutral", da diese Emissionen direkt bei der Waldbestandsänderung eingerechnet werden.

Zu beachten ist, dass für die Trendbetrachtung CO₂-Senken nicht berücksichtigt werden. Diese können aus Tabelle 1 im Anhang entnommen werden. Zu den Senken trägt vor allem die Netto-Aufnahme von CO₂ durch den österreichischen Waldbestand bei (CO₂-Aufnahme abzüglich Holzernte). Der österreichische Waldbestand hat laut der wiederkehrenden österreichischen Forstinventur im betrachteten Zeitraum zwar zugenommen, die Zunahme zeigt aber seit 1990 eher fallende Tendenz.

3.5.2 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 die der Verursachergruppe der „Sonstigen“ zugeordneten Mülldeponien.

Die in diesem Bericht ebenfalls der Verursachergruppe der Sonstigen zugeordneten Lösemittel besitzen keine Methanemissionen. Die Methanemissionen der Gruppe der Sonstigen werden ausschließlich bei der Abfallbehandlung emittiert. Im Jahr 2002 stammten diese zu 89% aus Mülldeponien und zu 11% aus der Behandlung von Abwasser und Klärschlamm sowie der Kompostierung.

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

In folgender Abbildung ist der CH₄-Trend Österreichs von 1990 bis 2002 dargestellt:

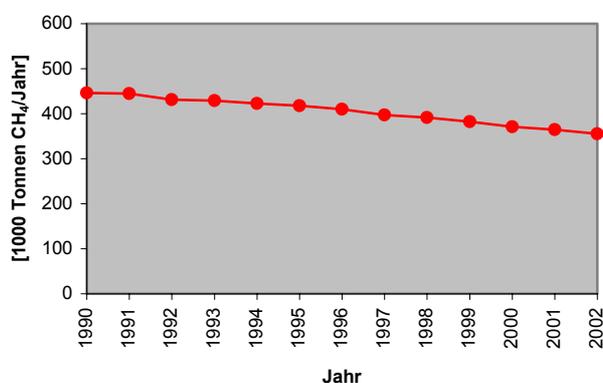


Abbildung 10: CH₄-Trend 1990 bis 2002

Trend

Der CH₄-Emissionstrend besitzt durchwegs fallende Tendenz. Im Jahr 2002 wurden in Österreich 355.000 Tonnen CH₄ emittiert. Dies sind um 91.000 Tonnen (-20%) weniger als im Kyoto-Basisjahr 1990.

In folgender Abbildung sind die CH₄-Trends nach Hauptverursachern aufgegliedert dargestellt.

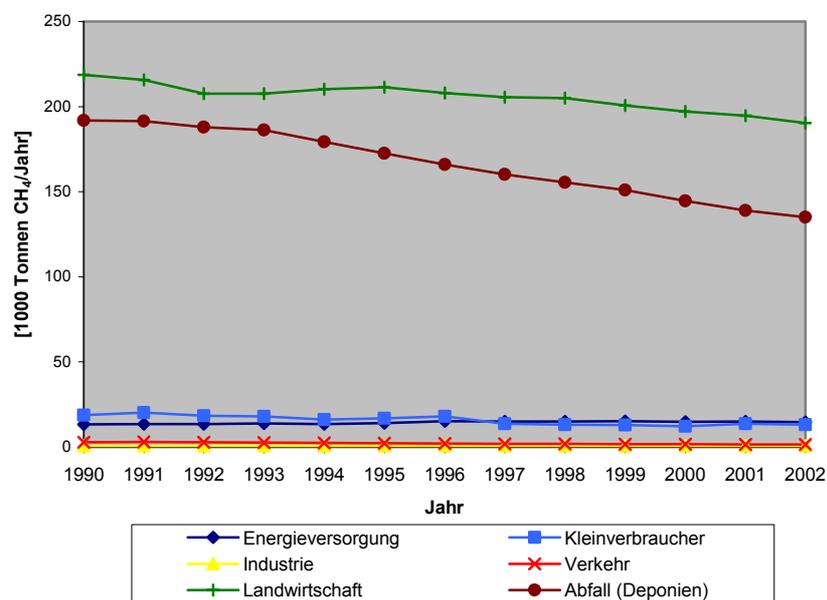


Abbildung 11: CH₄-Trend nach Sektoren 1990 bis 2002

Hauptverursacher und Trends

Der Bereich Abfall (Deponien) verursachte im Jahr 2002 38% der österreichischen CH₄-Emissionen. Von 1990 bis 2002 kam es zu einer Abnahme um 30% in diesem Sektor.

Seit 1998 sind die Betreiber von Mülldeponien verpflichtet, die deponierte Abfallmenge und Abfallart jährlich zu melden. Diese Daten werden in der Deponieverordnungsdatenbank des Umweltbundesamtes erfasst, wodurch seit 1998 für die Erhebungen wesentlich genauere Aktivitätsdaten zur Verfügung stehen. Methodische Verbesserungen sowie die Einarbeitung der Ergebnisse neuer Studien führten bei der Berechnung der Abfallemissionen zu niedrigeren Emissionswerten im Vergleich zur Vorjahresinventur.

Die Landwirtschaft hatte 2002 einen Anteil von 54% an den gesamten CH₄-Emissionen. Sie sind zum größten Teil der Viehhaltung zuzuordnen und hier wiederum den stoffwechselbedingten Emissionen der Rinderhaltung. Die Reduktion von 13% (1990-2002) resultiert vorwiegend aus rückläufigen Rinderstückzahlen.

Der Energieversorgungssektor war im Jahr 2002 für gut 4% der Methanemissionen verantwortlich, wobei dieses fast ausschließlich aus Leitungsverlusten nationaler und internationaler Erdgasleitungen stammt.

Die Kleinverbraucher verursachten 2002 ebenfalls 4% der Methanemissionen. Dabei handelt es sich überwiegend um Emissionen aus Raumheizungsanlagen. Die Sektoren Verkehr und Industrie verursachen mit weniger als 1% der gesamten CH₄-Emissionen die geringsten Anteile.

Ursachen

Die laufend steigende Gaserfassungsrate bei Deponien und die Reduktion der organischen Substanzen im Restmüll stellen die quantitativ bedeutendsten Reduktionsmaßnahmen von Methanemissionen dar.

Die Emissionen im Bereich der Landwirtschaft korrelieren nach wie vor zu einem hohen Grad am Viehbestand (insbesondere der Rinder). Die Möglichkeiten einer energetischen Verwertung durch Biomethanisierung von Gülle und Mist in Biogasanlagen beinhalten jedoch ein erhebliches Reduktionspotential.

3.5.3 Lachgas (N₂O)

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

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

Folgende Abbildung zeigt den N₂O-Trend Österreichs von 1990 bis 2002:

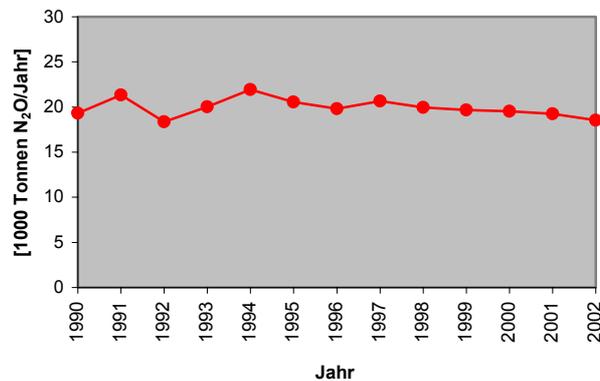


Abbildung 12: N₂O-Trend 1990 bis 2002

Trend

Die N₂O-Emissionen Österreichs sind im Zeitraum 1990 bis 2002 um 4% gefallen. Im Jahr 2002 wurden in Österreich etwa 19.000 Tonnen N₂O emittiert.

In folgender Abbildung ist die Entwicklung der N₂O-Emissionen von 1990 bis 2002 für jede Verursachergruppe abgebildet:

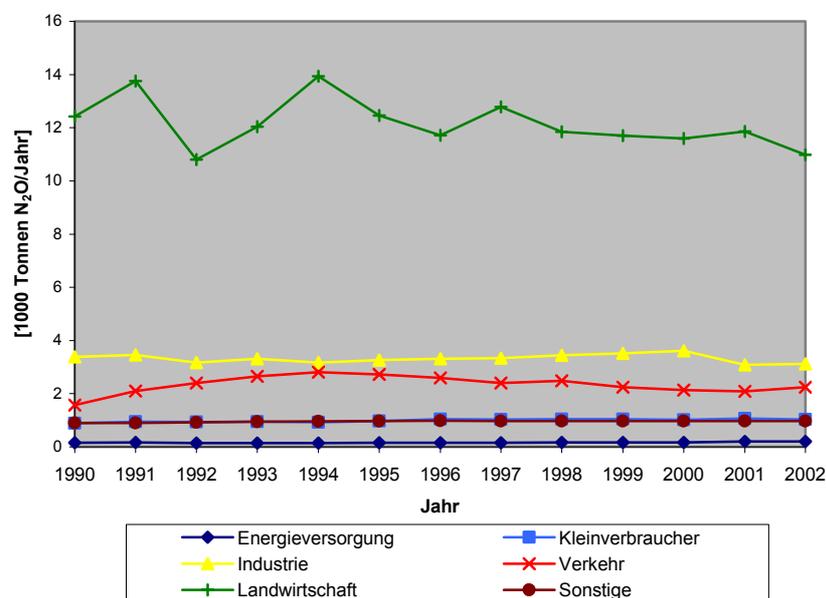


Abbildung 13: N₂O-Trend nach Sektoren 1990 bis 2002

Hauptverursacher und Trends

Im Jahr 2002 wurden 59% der N₂O-Emissionen vom Landwirtschaftsbereich emittiert.

Einen Anteil von 17% der Gesamt N₂O-Emissionen verursachte im Jahr 2002 die Industrie, 12% der Verkehr, 6% stammen von den Kleinverbrauchern, zu 5% ist der Sektor Sonstige und zu 1% der Sektor Energieversorgung verantwortlich.

Der massivste Anstieg an N₂O-Emissionen seit 1990 ist im Verkehrsbereich mit 43% (+700.000 t) zu verzeichnen. Die Emissionen der Energieversorgung stiegen um 30% (+50.000 t), jene des Kleinverbrauches um 16% (+100.000 t). Das von der Gruppe der Sonstigen emittierte N₂O nahm um 8% (+100.000 t) zu.

Die Emissionen des Sektors Industrie sind von 1990 bis 2002 um 8% (-300.000 t) gesunken und die Emissionen der Landwirtschaft um 12% (-1,4 Mio.Tonnen).

Ursachen

Annähernd vier Fünftel der N₂O-Emissionen des Sektors Landwirtschaft entstehen bei der Düngung landwirtschaftlicher Flächen und der Rest größtenteils aus dem Güllemanagement.

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

Die N₂O-Emissionen des Verkehrs haben seit Ende der 80er Jahre signifikant zugenommen (vgl. Anhang Tabelle 3). 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.

Im Industriesektor liegt die Ursache für die Abnahme der Emissionen von Lachgas in der Einführung von Katalysatoren zur Reduktion der Lachgasemissionen bei der Salpetersäureherstellung.

3.5.4 F-Gase (HFKW, FKW und SF₆)

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

Da es im Bereich der F-Gase keine neueren Erhebungen gibt, wurden diese "fortgeschrieben", d.h. die Zahlen für 2001 auch für das Inventurjahr 2002 verwendet. Eine Aktualisierung der Zahlen erfolgt in der Luftschadstoff-Inventur 2004.

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

Abbildung 14 zeigt die Zusammensetzung der F-Gase in CO₂-Äquivalenten. Sie umfassen die Gruppen der HFKW und FKW sowie das Gas SF₆.

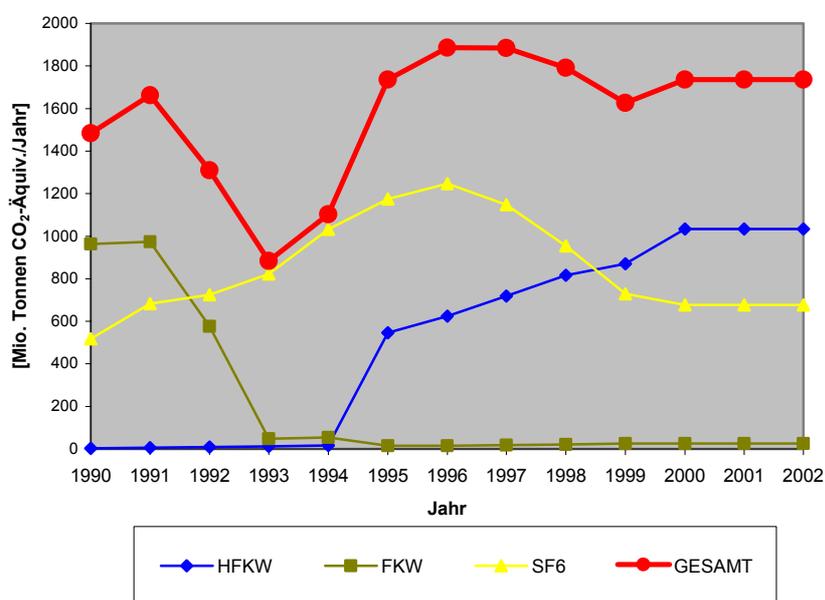


Abbildung 14: Zusammensetzung der F-Gase, Trend 1990 bis 2002

Trends

Die Emissionen der verschiedenen F-Gase zeigen im Zeitraum 1990 bis 2002 stark unterschiedliche Trends. Während Anfang der 90er Jahre der Ausstoß von perfluorierten Kohlenwasserstoffen (FKW) stark reduziert wurde, stiegen die wasserstoffhaltigen Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW) seit 1994 massiv an (+89% seit dem Basisjahr 1995). Der

Ausstoß von Schwefelhexafluorid (SF₆) hat nach einer Spitze 1996 wieder rückläufige Tendenz (minus 42% seit dem Basisjahr). Insgesamt stiegen die F-Gas Emissionen seit 1990 um 17% an. Seit dem Basisjahr 1995 blieben sie in etwa konstant.

Im Jahr 2002 belegten die HFKW mit 60% den größten Anteil der F-Gas Emissionen, es folgten SF₆ mit 39% und die FKW mit einem nur noch geringen Anteil von 1,4% der Gesamtemissionen.

Ursachen

Die stark schwankende Entwicklung der F-Gase ist das Resultat gegenläufiger Entwicklungen: Zunächst gingen die FKW-Emissionen Anfang der 90er Jahre rasch zurück, was vor allem auf die Einstellung der Primäraluminiumproduktion zurückzuführen ist. Seit 1994/1995 finden HFKW vor allem als Ersatzstoffe für FCKW und H-FCKW in Schaumstoffprodukten sowie in Kühl- und Klimageräten Verwendung und es ist daher eine stark zunehmende Tendenz zu verzeichnen. Der starke Anstieg 1999/2000 ist bedingt durch den zusätzlichen Einsatz von wasserstoffhaltigen Fluorkohlenwasserstoffen (HFKW) als Schäumungsmittel für XPS/PU-Platten ab dem Jahr 2000. Im Gegensatz dazu geht seit 1996 die Verwendung von SF₆ 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.

In den nächsten Jahren ist mit einer starken Reduktion der F-Gas Emissionen zu rechnen, da mit der HFKW-FKW-SF₆-Verordnung¹⁹ (BGBl. II Nr. 447/2002) die Verwendung der F-Gase ab 2003 reguliert und schrittweise weitestgehend verboten wird. In dieser Verordnung sind Betriebe, die F-Gase verwenden, dazu verpflichtet, Art und Menge der eingesetzten Stoffe jährlich zu melden. Die ersten Meldungen über den Berichtszeitraum 2003 müssen bis Ende März 2004 eingebracht werden. Diese Daten werden in weiterer Folge in die Österreichische Luftschadstoffinventur einfließen, mit einem Update der Inventur für die F-Gase ist demnach 2004 zu rechnen. Die Ergebnisse werden im Trendbericht 2005 präsentiert.

¹⁹ 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.

4 OZONVORLÄUFERSUBSTANZEN

Ozon (O₃) wird in bodennahen Luftschichten durch die Einwirkung von Sonnenlicht aus den Ozonvorläufersubstanzen gebildet. Zu diesen Substanzen zählen vor allem flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Stickstoffoxide (NO_x). Darüber hinaus tragen großräumig auch die Schadstoffe Kohlenmonoxid (CO) und Methan (CH₄) zur Ozonbildung bei. Emissionsreduktionen dieser Luftschadstoffe führen somit zu einer Verminderung der Ozonbelastung.

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

Im Jahr 1979 unterzeichneten 33 Staaten sowie die Europäische Gemeinschaft im Rahmen der United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) in dem Bestreben negative Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit durch Emissionen von Luftschadstoffen zu minimieren bzw. zu verhindern, das *Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (UNECE/Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, UNECE/CLRTAP)*²⁰. Von den 55 UNECE-Staaten sind derzeit 49 Vertragsparteien der CLRTAP (Stand: 13. April 2004), darunter neben allen EU Mitgliedstaaten auch Kanada, die USA und Russland. Weiters ist neben den EU-Mitgliedstaaten auch die Europäische Gemeinschaft Vertragspartei der UNECE/CLRTAP.

Um die Ziele des Übereinkommens zu erreichen, haben die Vertragsparteien ergänzende Protokolle abgeschlossen. Am 1. Dezember 1999 wurde das *Protokoll zur Verminderung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon* (Göteborg, 1999) von Österreich unterzeichnet. Das Protokoll legt erstmals absolute Emissionsgrenzen für die jährlichen anthropogenen Emissionen der Vertragsstaaten fest, diese sind bis zum Jahr 2010 zu erreichen.

Für Österreich wurden folgende Obergrenzen vereinbart:

- SO₂: 39.000 Tonnen/a (mit einem Ausstoß von 36.000 Tonnen 2002 bereits erfüllt)
- NO_x: 107.000 Tonnen/a (Emissionen Österreichs 2002: 204.000 Tonnen)
- NH₃: 66.000 Tonnen/a (mit einem Ausstoß von 53.000 Tonnen 2002 bereits erfüllt)
- NMVOC: 159.000 Tonnen/a (Emissionen Österreichs 2002: 193.000 Tonnen)

Das Protokoll wird 90 Tage nach der Ratifikation von 16 Ländern in Kraft treten. Von 31 unterzeichnenden Parteien wurde es bisher von 10 Staaten ratifiziert (Stand 10. Mai 2004: Dänemark, Finnland, Litauen, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Rumänien, Slowenien, Schweden, EU).

EG-Richtlinie 2001/81/EG über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe²¹ („NEC-Richtlinie“)

Das Göteborg-Protokoll wird in der EU durch die Richtlinie 2001/81/EG über nationale Emissionshöchstgrenzen für bestimmte Luftschadstoffe umgesetzt. 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

²⁰ BGBl. Nr. 158/1983

²¹ Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L309/22 vom 27.11.2001

Jahr 2010 fest, wobei einzelne Abweichungen vom Göteborg-Protokoll vorliegen. Für Österreich gelten folgende Werte:

NO _x :	103.000 Tonnen/a	NH ₃ :	66.000 Tonnen/a
NMVOG:	159.000 Tonnen/a	SO ₂ :	39.000 Tonnen/a

Die "NEC-Richtlinie" wurde mit dem **Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L)**²² in nationales Recht umgesetzt und trat am 1. Juli 2003 in Kraft.

Das Ozongesetz²³

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

In diesem Gesetz sind für die für bodennahes Ozon verantwortlichen Luftschadstoffe NO_x und NMVOC-Reduktionsziele angegeben. Für NO_x-Emissionen ist 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 (vgl. Abbildung 15).

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 (vgl. Abbildung 17).

²²Bundesgesetz über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe (Emissionshöchstmengengesetz-Luft, EG-L): Bundesgesetz, mit dem ein Bundesgesetz über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe (Emissionshöchstmengengesetz-Luft, EG-L) erlassen sowie das Ozongesetz und das Immissionsschutzgesetz-Luft geändert werden. BGBl. I Nr. 34/2003.

²³ 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, BGBl. Nr. 210/1992 i. d. F.: BGBl. I Nr. 115/1997.

4.1 Stickoxide (NO_x)

NO_x entsteht überwiegend als unerwünschtes Nebenprodukt durch die Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen bei hoher Temperatur. Der mit Abstand größte Verursacher ist der Verkehr.

In folgender Abbildung sind der NO_x-Trend Österreichs vom Basisjahr 1985 (gemäß Ozongesetz) bis 2002 sowie die Reduktionsziele dargestellt:

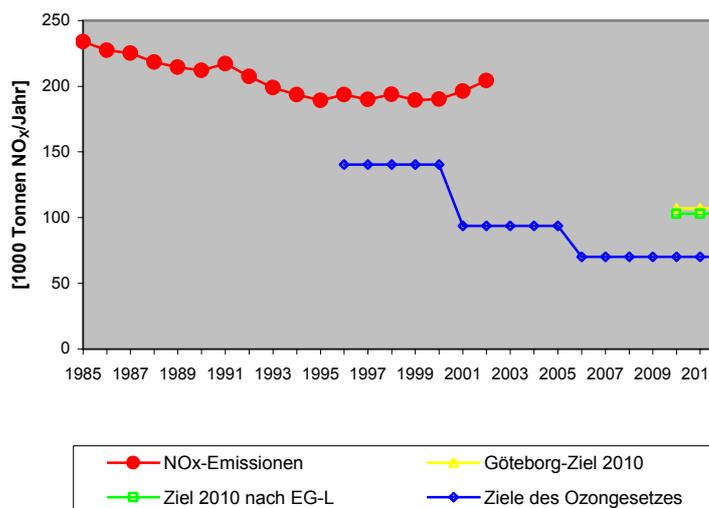


Abbildung 15: NO_x-Trend 1985 bis 2002 und Ziele

Trend

Seit dem Basisjahr 1985 ist eine Reduktion der NO_x-Emissionen Österreichs um insgesamt 13% zu verzeichnen. Seit 2000 sind diese jedoch wieder deutlich ansteigend. Im Jahr 2002 wurden in Österreich etwa 204.000 Tonnen NO_x emittiert.

Ziele

Das Ozongesetz sieht eine Reduktion der NO_x-Emissionen um 40% bis 1996, um 60% bis 2001 und um 70% bis 2006 vor, jeweils bezogen auf die Emissionen des Jahres 1985. Das für 1996 vorgesehene Ziel von 140.000 Tonnen wurde mit Emissionen in der Höhe von 194.000 Tonnen deutlich verfehlt. Das Ziel für 2001 mit einem NO_x-Ausstoß von höchstens 94.000 Tonnen wurde mit tatsächlichen Emissionen von 196.000 Tonnen ebenfalls nicht erreicht (vgl. Abbildung 15).

Das Göteborg-Ziel von 107.000 Tonnen/Jahr (bis 2010) wird zur Zeit noch bei weitem überschritten. Das gleiche gilt für die im Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L) festgesetzte Emissionsobergrenze von 103.000 Tonnen NO_x für das Jahr 2010.

In folgender Abbildung sind die NO_x-Trends der Hauptverursacher vom Basisjahr 1985 (gemäß Ozongesetz) bis 2002 dargestellt:

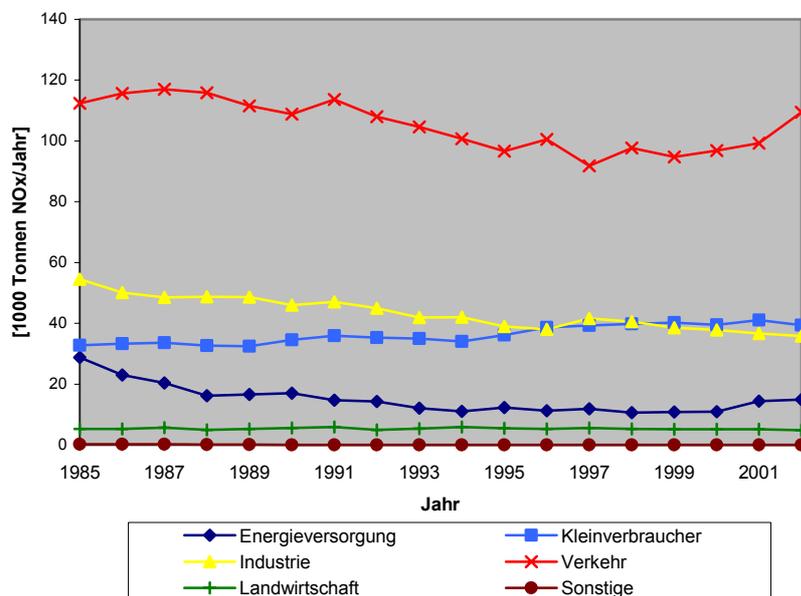


Abbildung 16: NO_x-Trend nach Sektoren 1985 bis 2002

Hauptverursacher und Trends

Der Verkehr ist mit einem Anteil von 54% (2002) an den gesamten NO_x Emissionen der mit Abstand größte Emittent. Es folgen Kleinverbraucher (19%) und Industrie (18%). Die Energieversorgung und die Landwirtschaft trugen im Jahr 2002 mit ihren Emissionsanteilen von 7% und 2% bedeutend weniger zur NO_x-Gesamtemission bei.

Energieversorgung (-48% bzw. -13.900 t) und Industrie (-34% bzw. -18.700 t) trugen am stärksten zum sinkenden Trend von 1985 bis 2002 bei. Die Emissionen des dominierenden Verkehrssektors konnten seit 1985 um nur 3% (-2.900 t) reduziert werden. Die NO_x-Emissionen der Landwirtschaft nahmen mit 8% (-400 t) ebenfalls leicht ab. Wie auch die NO_x-Emissionen der Gruppe der Sonstigen (-86% bzw. 200 t) sind sie jedoch nur von untergeordneter Bedeutung für den Gesamttrend.

Ursachen

Die Einführung des Katalysators für benzinbetriebene PKW bewirkte Ende der 80er Jahre beachtliche Reduktionen der NO_x-Emissionen des Verkehrssektors. Seit 1997 haben die NO_x-Emissionen des Verkehrssektors wieder steigende Tendenz.

Der Grund für diese Entwicklung liegt einerseits im stetigen Zunehmen der Verkehrsaktivität (gemessen in Personen- und Tonnenkilometern) sowie im Trend zu schwereren Nutzfahrzeugen, der die Einsparung gemessen an den Emissionen pro verbrauchtem Treibstoff (=Emissionsfaktor) durch höhere Verbräuche wieder aufwiegt, andererseits generell im verstärkten Einsatz von Dieselmotoren, da dieselmotorenbetriebene Fahrzeuge nicht über ähnlich effiziente Katalysatoren wie Benzinfahrzeuge verfügen.

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

4.2 Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC)

Flüchtige Kohlenwasserstoffe entstehen größtenteils beim Verdunsten von Lösemitteln und Treibstoffen sowie durch unvollständige Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen.

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

In folgender Abbildung sind der NMVOC-Trend Österreichs vom Basisjahr 1988 (gemäß Ozongesetz) bis 2002 sowie die Reduktionsziele dargestellt:

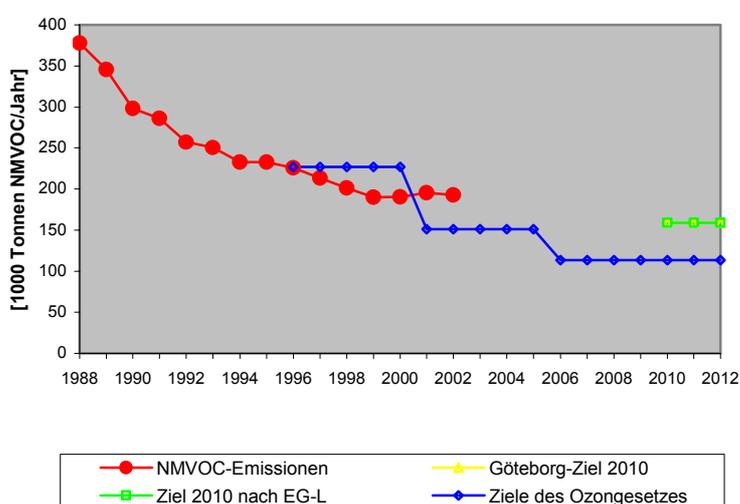


Abbildung 17: NMVOC-Trend 1988 bis 2002 und Ziele

Trend

Eine deutliche Abnahme der NMVOC-Emissionen gab es in der ersten Hälfte der 90er Jahre. Zwischen 1988 und 2002 verringerten sie sich von 378.000 Tonnen auf 193.000 Tonnen, was einem Rückgang um 49% entspricht.

Ziele

Um das Minderungsziel gemäß Göteborg-Protokoll und Emissionshöchstmengengesetz-Luft von 159.000 Tonnen für das Jahr 2010 erreichen zu können, werden noch verstärkte Anstrengungen erforderlich sein, denn seit Ende der 90er Jahre wurden vergleichsweise geringe Reduktionen erreicht.

Das Ozongesetz sieht eine Reduktion der NMVOC-Emissionen um 40% bis 1996, um 60% bis 2001 und um 70% bis 2006 vor, jeweils bezogen auf die Emissionen des Jahres 1988. Das für 1996 vorgesehene Ziel von 227.000 Tonnen wurde mit tatsächlichen Emissionen in der Höhe von 226.000 Tonnen erreicht. Das Reduktionsziel 2001 (maximal 151.000 Tonnen NMVOC) wurde hingegen um 44.000 Tonnen überschritten.

In folgender Abbildung sind die NMVOC-Trends der einzelnen Sektoren vom Basisjahr 1988 (gemäß Ozongesetz) bis 2002 dargestellt:

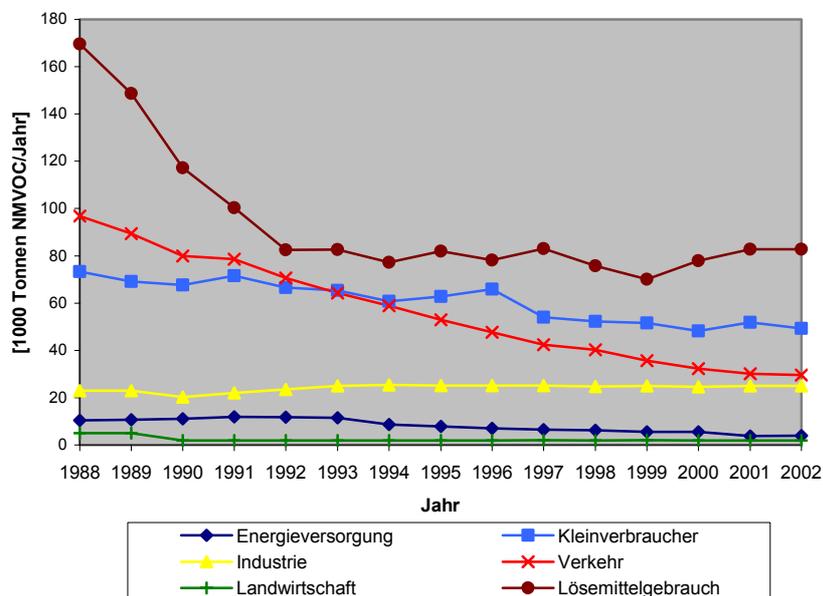


Abbildung 18: NMVOC-Trend nach Sektoren 1988 bis 2002

Hauptverursacher und Trends

Mit einem Anteil von 43% stammte im Jahre 2002 der überwiegende Teil der NMVOC Emissionen aus dem Lösemittelgebrauch. Der Kleinverbrauch trug 26%, der Verkehr 15%, die Industrie 13%, die Energieversorgung 2% und Landwirtschaft 1% bei.

Am stärksten konnten die NMVOC-Emissionen des Verkehrssektors mit -69% (-67.200 t) sowie die beim Lösemittelgebrauch entstehenden flüchtigen Kohlenwasserstoffe (-51% bzw. -86.800 t) reduziert werden. Beachtliche Reduktionen sind auch bei den Kleinverbrauchern (-33% bzw. -24.000 t) zu verzeichnen. Die markante Abnahme von 1996 auf 1997 ergibt sich aufgrund der Anwendung verbesserter Emissionsfaktoren bei den Kleinverbrauchern ab 1997. Die NMVOC-Emissionen der Industrie stiegen von 1988 bis 2002 um 9% (+2.100 t).

Ursachen

Die Reduktion der NMVOC-Emissionen ist hauptsächlich auf die Einführung strengerer Abgasgrenzwerte für PKW gemäß dem Stand der Technik (geregelter Katalysator), sowie auf den verstärkten Einsatz von Diesel-Kfz im PKW-Sektor zurückzuführen. Außerdem hat in den letzten Jahren die Einführung von Aktivkohlekanistern und Gaspendeleinrichtungen bei Tankstellen (Gaspendelverordnung BGBl. Nr. 793/1992) sowie an Auslieferungslagern (Kraftstoffbehälterverordnung, BGBl. Nr. 558/1991) zur Verringerung der Treibstoffverdunstungsverluste geführt

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

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

4.3 Kohlenmonoxid (CO)

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

In folgender Abbildung ist der CO-Trend Österreichs 1990 bis 2002 dargestellt:

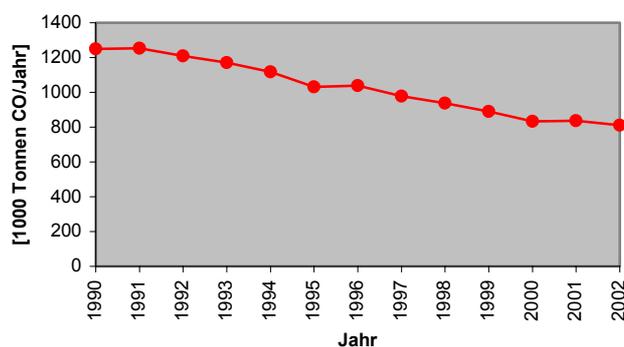


Abbildung 19: CO-Trend 1990 bis 2002

Trend

Der Gesamttrend zeigt eine stetige Verringerung der österreichischen CO-Emissionen. Mit einem Ausstoß von 812.000 Tonnen im Jahr 2002 wurden um 437.000 Tonnen weniger als 1990 emittiert. Dies entspricht einer Reduktion um 35%.

Folgende Abbildung zeigt die Trends der sechs Hauptverursacher:

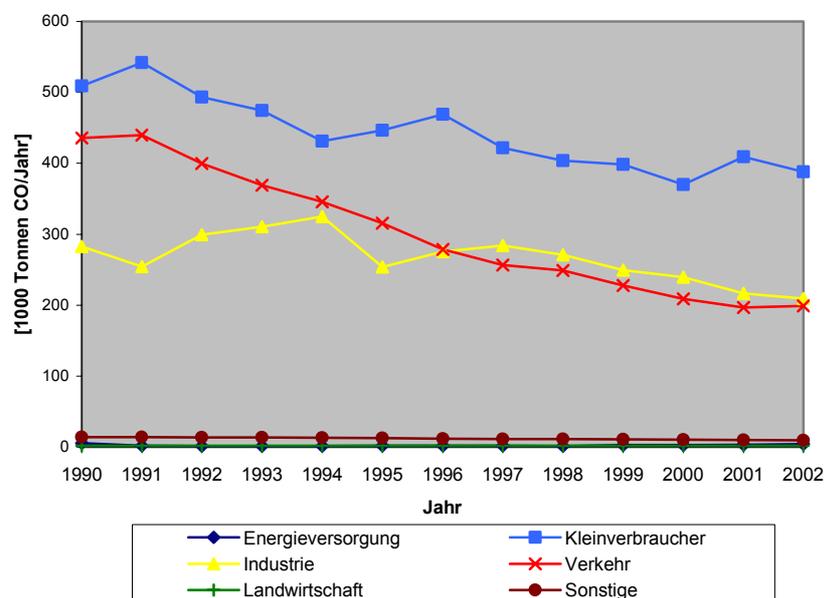


Abbildung 20: CO-Trend nach Sektoren 1990 bis 2002

Hauptverursacher und Trends

Im Jahr 2002 verursachten die Kleinverbraucher 48%, die Industrie 26% und der Verkehr 25% der gesamten CO-Emissionen. Die CO-Emissionen des Energieversorgungssektors, der Landwirtschaft sowie des Sektors Sonstige sind nur von untergeordneter Bedeutung.

Besonders stark ist der Rückgang im Verkehrsbereich (-54% bzw. -237.000 t), im Sektor Industrie (-26% bzw. -73.000 t) und bei den Kleinverbrauchern (-24% bzw. -121.000 t). Die CO-Emissionen der übrigen Sektoren weisen ebenfalls abnehmende Tendenz auf.

Ursachen

Optimierte Verbrennung und die Einführung des Katalysators haben zur Reduktion der CO-Emissionen des Sektors Verkehr beigetragen. Die CO-Emissionen des Industriebereichs werden durch die Emissionen der Eisen- und Stahlindustrie dominiert, welche in den letzten Jahren beträchtlich gesunken sind. Im Bereich der Haushalte (Kleinverbraucher) sind die schlechten Verbrennungsvorgänge in veralteten Heizungsanlagen, insbesondere Holzöfen, für die relativ hohen CO-Emissionen verantwortlich.

4.4 Methan (CH₄)

Der Luftschadstoff Methan ist auch ein Treibhausgas und wurde daher bereits in Kapitel 3.5.2 diskutiert.

5 VERSAUERUNG UND EUTROPHIERUNG

Bei der Versauerung durch säurebildende Luftschadstoffe kommt es zu einer Herabsetzung des pH-Wertes von Böden und Gewässern. Die Versauerung wird somit maßgeblich durch Niederschlag sowie trockene Deposition der Luftschadstoffe SO_2 , NO_x und NH_3 bewirkt. In diesem Bericht werden diese Luftschadstoffe entsprechend ihrer Versauerungsäquivalente (Aeq)²⁴ berücksichtigt.

Eutrophierung nennt man die Anreicherung eines Lebensraumes durch Stickstoffeintrag, wodurch ein Düngeneffekt entsteht. Eutrophierung kann durch die Luftschadstoffe NO_x und NH_3 verursacht werden. Diese Stickstoffverbindungen sind normalerweise als Nährstoffe für Pflanzen unerlässlich. Bei stark erhöhtem (anthropogenem) Eintrag kann es jedoch zu schädigenden Wirkungen auf die Vegetation kommen. Der Luftschadstoff SO_2 spielt bei der Eutrophierung keine Rolle.

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

5.1 Entwicklung nach Sektoren

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

In folgender Abbildung ist der Trend der versauernden Emissionen Österreichs dargestellt:

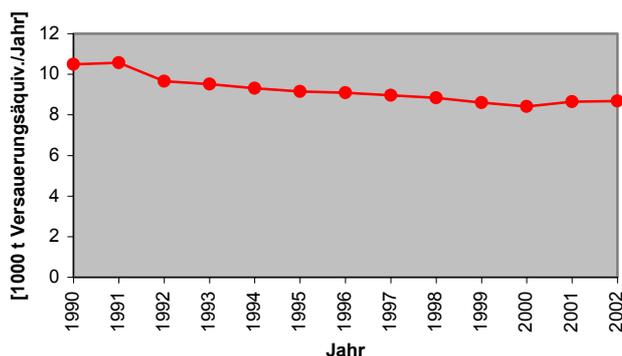


Abbildung 21: Trend versauernder Luftschadstoffe 1990 bis 2002

²⁴ Aeq: Acid equivalents: proportional den Gewichtsprozent H^+ -Ionen [SO_2 : 0,0313, NO_x : 0,0217, NH_3 : 0,0588]

Trend

In den 80er Jahren wurden die größten Reduktionen dieser Luftschadstoffgruppe vorgenommen. Zwischen 1990 und 2002 konnte eine Verminderung um weitere 17% erreicht werden.

Die Landwirtschaft hält im Jahr 2002 mit 36% den größten Anteil an den gesamten versauerungsrelevanten Emissionen. Dies ist durch die hohen NH₃-Emissionen bedingt, welche fast ausschließlich aus diesem Sektor resultieren. Den zweitgrößten Anteil verursacht mit 28% der Sektor Verkehr, wobei hier die Stickoxide von größter Bedeutung sind. Die Industrie ist 2002 für 15% der Emissionen verantwortlich, die Kleinverbraucher für 14% und die Energieversorgung für 7%.

In folgender Abbildung sind die Emissionstrends der einzelnen Hauptverursacher in Versauerungsäquivalenten dargestellt:

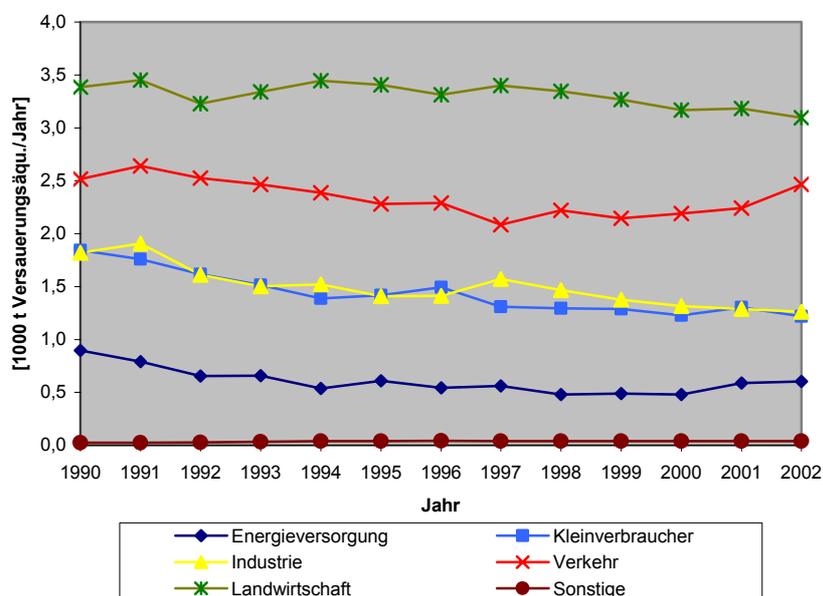


Abbildung 22: Versauerung nach Sektoren 1990 bis 2002

Hauptverursacher und Trends

Kleinverbraucher (-34% bzw. -600 t) und Industrie (-31% bzw. -600 t) erzielten im Zeitraum 1990 bis 2002 die größten Reduktionen. Energieversorgung (-33% bzw. -300 t) und Landwirtschaft (-9% bzw. -300 t) verringerten ebenfalls ihre versauerungsrelevanten Emissionen. Die Emissionen des Sektors Verkehr hingegen sind nach erfolgten Reduktionen bis Mitte der 90er Jahre im Jahr 2002 wieder auf dem Niveau von 1990.

5.2 Entwicklung nach Gasen

Im Jahr 2002 setzte sich die Summe der versauernd wirkenden Luftschadstoffe aus 51% NO_x, 36% NH₃, und 13% SO₂ zusammen (in Versauerungsäquivalenten gerechnet).

In folgender Abbildung sind die Emissionstrends der Gase NO_x, NH₃ und SO₂ von 1990 bis 2002 in Versauerungsäquivalenten dargestellt:

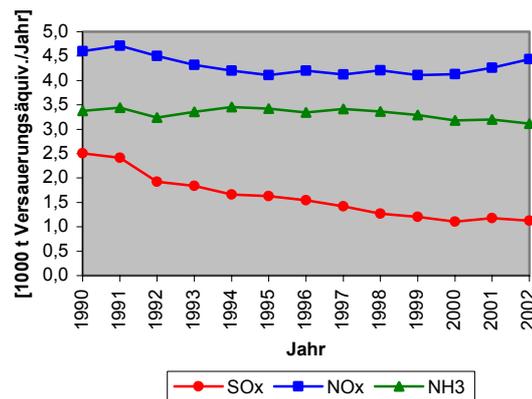


Abbildung 23: Versauerung nach Gasen 1990 bis 2002

SO₂-Emissionen: Im Jahr 2002 lag der gesamte SO₂-Ausstoß um 55% (-1.400 t) unter dem Wert von 1990. In diesem Zeitraum verringerte sich ihr Anteil an der Gesamtmenge der versauernden Luftschadstoffe von 24% auf 13%.

NO_x-Emissionen: Die NO_x-Emissionen haben sich in den letzten 11 Jahren mit 4% (200 t) kaum verringert. Ihr Anteil stieg von 44% im Jahr 1990 auf 51% 2002. Hauptverantwortlich für diese Entwicklung ist der starke Anstieg der NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs in den letzten Jahren.

NH₃-Emissionen: Die NH₃-Emissionen sind von 1990 bis 2002 um 8% (-300 t) gesunken. Ihr Anteil an den versauernden Emissionen wuchs hingegen etwas an, nämlich von 32% (1990) auf 36% (2002). Die Landwirtschaft ist Hauptverursacher der NH₃-Emissionen.

5.2.1 Schwefeldioxid (SO₂)

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

In folgender Abbildung sind der SO₂-Trend sowie die Reduktionsziele für 2000 und 2010 dargestellt:

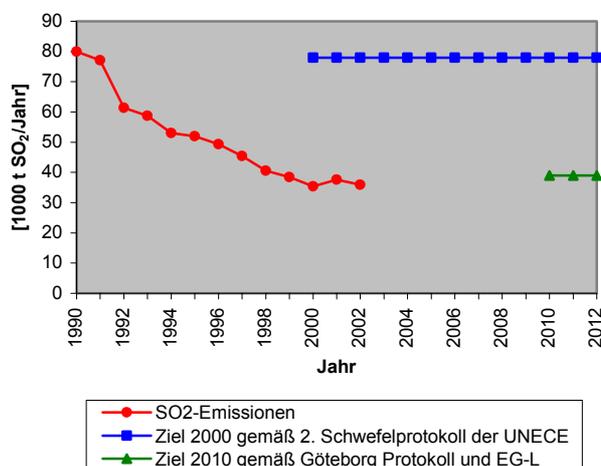


Abbildung 24: SO₂-Trend 1990 bis 2002 und Ziele

Trend

In den letzten zwei Jahrzehnten ist bei den SO₂-Emissionen ein sehr starker Rückgang zu verzeichnen. Dies liegt vor allem an der Verringerung des Ausstoßes bei kalorischen Kraftwerken, der Industrie und den Kleinverbrauchern (vgl. Anhang Tabelle 7). 2002 lag der gesamte SO₂-Ausstoß bei rund 36.000 Tonnen und ist somit um 55% unter dem Wert von 1990.

Ziele

Die im Göteborg-Protokoll und im Emissionshöchstmengengesetz-Luft für das Jahr 2010 festgesetzte Emissionsgrenze von 39.000 Tonnen für SO₂ wurde bereits im Jahr 2002 mit 36.000 Tonnen unterschritten.

Das im 2. Schwefelprotokoll (Protokoll zur Konvention von 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung betreffend die weitere Verringerung von Schwefelemissionen, BGBl. III Nr. 60/99) für Österreich vorgesehene Ziel von 78.000 Tonnen im Jahr 2000 ist schon seit 1991 erfüllt (siehe Abbildung 24).

In folgender Abbildung sind die SO₂-Trends der einzelnen Verursachergruppen dargestellt:

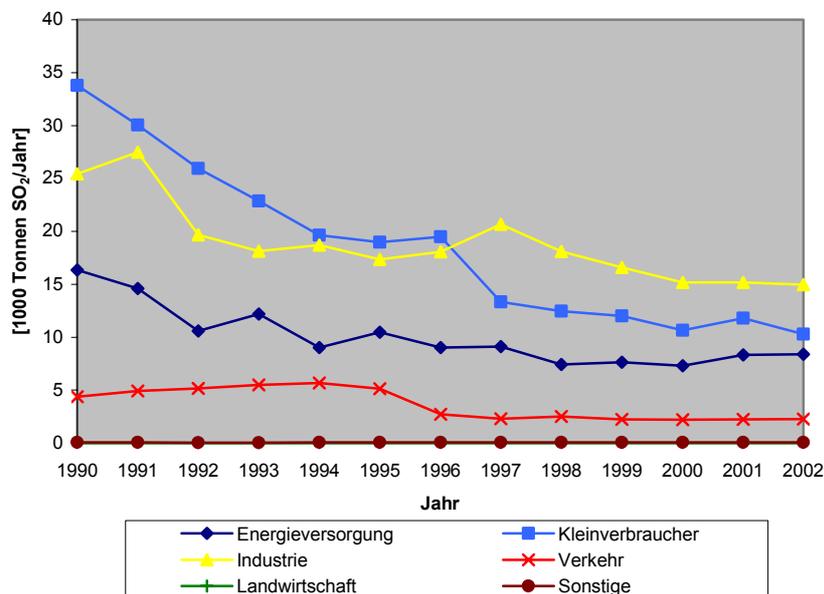


Abbildung 25: SO₂-Trend nach Sektoren 1990 bis 2002

Hauptverursacher und Trends

Die Industrie ist jener Sektor, der 2002 mit einem Anteil von 42% am meisten Schwefeldioxid emittierte. Der Kleinverbrauch war für 29% aller SO₂-Emissionen verantwortlich, wobei der Großteil auf die privaten Haushalte entfiel. Die Energieversorgung emittierte im Jahr 2002 23% und der Verkehr 6% aller SO₂-Emissionen. Die SO₂-Emissionen des Sektors Sonstige und Landwirtschaft sind vernachlässigbar gering.

1990 bis 2002 wurden bei den Kleinverbrauchern (-70% bzw. -23.500 t), der Energieversorgung (-49% bzw. -8.000 t) und der Industrie (-41% bzw. -10.500 t) die größten Reduktionen erreicht. Im Bereich des Verkehrs sanken die Emissionen um 48% (-2.100 t).

Ursachen

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

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

Der starke Rückgang der SO_2 -Emissionen bis zum Jahr 2000 bei der Energieversorgung, insbesondere den Heiz- und Wärmekraftwerken, ist zum Großteil auf Maßnahmen aufgrund des Luftreinhaltegesetzes für Kesselanlagen (und seines Vorläufers dem Dampfkesselsemissionsgesetz) zurückzuführen. Dieses Gesetz führte im Bereich der Dampfkesselanlagen zum vermehrten Einsatz von Entschwefelungsanlagen sowie zu Umstellungen auf schwefelärmere bzw. schwefelfreie Brennstoffe (z. B. Erdgas). In den letzten Jahren wurde in den kalorischen Kraftwerken wieder verstärkt Kohle verheizt, was zu einem Anstieg der SO_2 -Emissionen führte (vgl. Kapitel 9.1 Energieversorgung).

In der Industrie wurden mit Beginn der 80er Jahre die SO_2 -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).

5.2.2 Ammoniak (NH_3)

NH_3 entsteht hauptsächlich beim Abbau von organischem und mineralischem Dünger. Die Landwirtschaft ist somit Hauptquelle der Ammoniakemissionen. In folgender Abbildung ist der NH_3 -Trend Österreichs dargestellt:

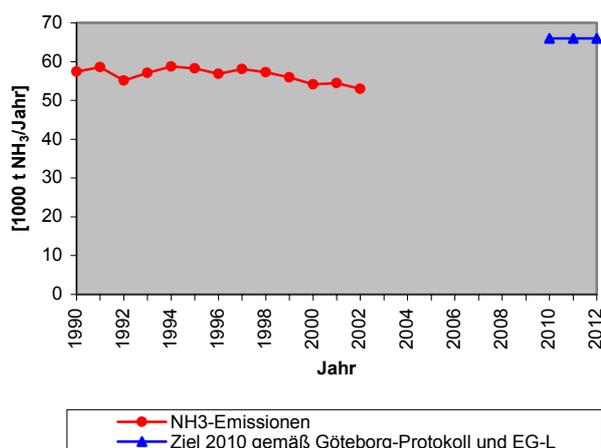


Abbildung 26: NH_3 -Trend 1990 bis 2002 und Ziele

Trend

Die Ammoniakemissionen haben rückläufige Tendenz. Sie nahmen im Zeitraum 1990 bis 2002 um insgesamt 8% (-4.500 t) ab.

Ziele

Die NH_3 -Emissionen Österreichs liegen im gesamten Verlauf unter den Zielen gemäß Göteborg-Protokoll und Emissionshöchstmengengesetz-Luft (selber Grenzwert für beide: maximal 66.000 Tonnen NH_3 /Jahr ab 2010).

In folgender Abbildung sind die NH₃-Trends der einzelnen Hauptverursacher dargestellt:

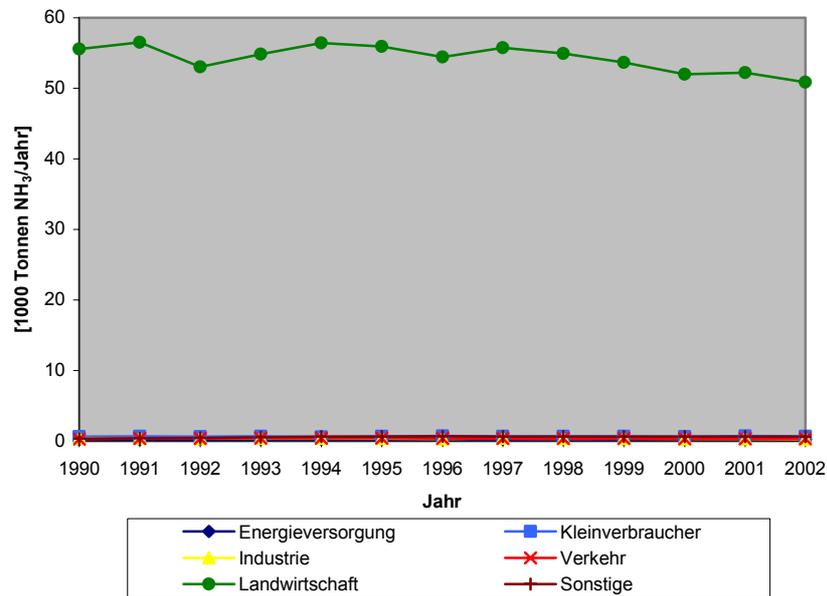


Abbildung 27: NH₃-Trend nach Sektoren 1990 bis 2002

Hauptverursacher und Trends

Der Trendverlauf wird eindeutig von der Landwirtschaft dominiert. Im Jahr 2002 betrug der Anteil der Landwirtschaft an den gesamten NH₃-Emissionen Österreichs 96%.

Ursachen

Die landwirtschaftlichen Ammoniakemissionen entstehen bei der Ausbringung von organischem und mineralischem Dünger, der Viehhaltung sowie der Lagerung von Gülle und Mist (vgl. Kapitel 9.5 Landwirtschaft).

Im Sektor Verkehr hat die Einführung des Katalysators bei benzinbetriebenen Fahrzeugen einen Anstieg der NH₃-Emissionen Ende der 80er bis Anfang der 90er Jahre bewirkt.

5.2.3 Stickoxide (NO_x)

Der Luftschadstoff NO_x ist auch eine Ozonvorläufersubstanz und wurde daher bereits im Kapitel 4.1 diskutiert.

6 STAUB

Obwohl Staub zu den klassischen Luftschadstoffen zählt und die Immissionsbelastung routinemäßig in Luftmessstationen überwacht wird, wurde den Emissionen von Staub in den letzten Jahren wenig Beachtung geschenkt. Insbesondere im internationalen Bereich des grenzüberschreitenden Ferntransportes von Luftschadstoffen (etwa im Rahmen der UNECE Konvention über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung) spielten Staubemissionen bisher keine Rolle [UMWELTBUNDESAMT, 2001b]. Erst in den 90er Jahren setzte sich die Erkenntnis durch, dass Staub nach wie vor ein bedeutender Luftschadstoff ist. Entsprechende Hinweise erbrachten epidemiologische Studien, die vor allem in Nordamerika und vereinzelt in Europa durchgeführt wurden.

Staub ist ein komplexes, heterogenes Gemisch aus festen bzw. flüssigen Teilchen, die sich hinsichtlich ihrer Größe, Form, Farbe, chemischen Zusammensetzung, physikalischen Eigenschaften und ihrer Herkunft bzw. Entstehung unterscheiden. Üblicherweise wird Staub über die Größenverteilung der erfassten Partikel definiert. Die Größe der Partikel ist auch aus hygienischer Sicht von großer Bedeutung, da sie die Eindringtiefe in den Atemwegstrakt bestimmt. Die gängigsten Messgrößen sind:

TSP (Total Suspended Particles): Masse des Gesamtstaubes

PM₁₀: Masse aller Partikel kleiner als 10 µm aerodynamischem Durchmesser

PM_{2,5}: Masse aller Partikel kleiner als 2,5 µm aerodynamischem Durchmesser

Der Gesamtstaub (TSP) beinhaltet auch die Mengen an PM₁₀ und PM_{2,5}. PM_{2,5} ist eine Teilmenge von PM₁₀.

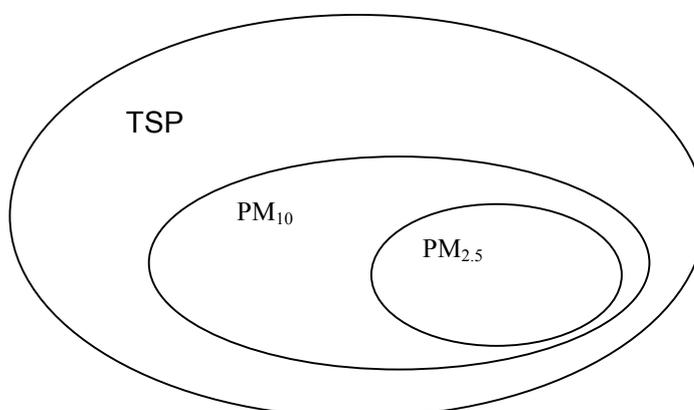


Abbildung 28: Schematische Darstellung der Mengenverteilung der Staubgrößen TSP, PM₁₀ und PM_{2,5}

Die atmosphärische Staubbelastung hat verschiedene Quellen. Grundsätzlich kann zwischen primären und sekundären Partikeln unterschieden werden. Erstere werden als primäre Emissionen direkt in die Atmosphäre abgegeben, letztere entstehen durch luftchemische Prozesse aus gasförmig emittierten Vorläufersubstanzen (z.B. Ammoniak, Schwefeldioxid, Stickstoffoxide).

Im Auftrag des Umweltbundesamtes wurde für Österreich eine Emissionsinventur für Staub für die Jahre 1990, 1995 und 1999 erstellt [UMWELTBUNDESAMT, 2001b]. Die Angaben erfolgten als Gesamtstaub (TSP) sowie für Fraktionen mit weniger als 10 µm bzw. 2,5 µm aerodynamischem Durchmesser (PM₁₀ sowie PM_{2,5}). Nicht berücksichtigt wurden die

Emission durch Windverfrachtung, da sie als natürliche Quelle zu verstehen ist. Die Erkenntnisse dieser Studie wurden auch zur Ermittlung der Staubemissionen der aktuellen Luftschadstoff-Inventur herangezogen.

Die Staubemissionen des Verkehrssektors (Ruß, Abrieb von Bremsen und Reifen; keine Wiederaufwirbelung) wurden mit Hilfe eines Computermodells berechnet [HAUSBERGER 1998].

Generell ist zu bemerken, dass mit der Abschätzung von Staubemissionen erhebliche Unsicherheiten (insbesondere bei diffusen Quellen) einhergehen und daher noch weiterer Forschungsbedarf zur Verbesserung der Staub-Inventur besteht.

6.1 Entwicklung von TSP, PM₁₀ und PM_{2,5}

In folgender Abbildung sind die Staubemissionen Österreichs für die Jahre 1990, 1995, 1999, 2001 und 2002 dargestellt:

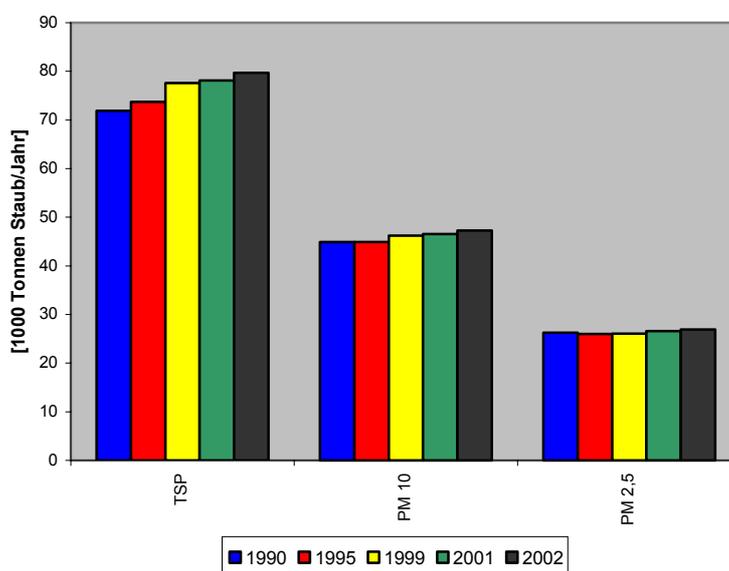


Abbildung 29: Emissionen von TSP, PM₁₀ und PM_{2,5} 1990, 1995, 1999, 2001 und 2002

Hauptverursacher und Trends

Der Gesamtstaub (TSP) stieg von etwa 72.000 Tonnen 1990 auf annähernd 80.000 Tonnen im Jahr 2002 an. Auch bei PM₁₀ und PM_{2,5} wurde eine steigende Tendenz festgestellt. 1990 wurden für PM₁₀ 45.000 Tonnen bzw. für PM_{2,5} 26.000 Tonnen abgeschätzt, während für das Jahr 2002 in etwa 47.000 Tonnen (PM₁₀) und 27.000 Tonnen (PM_{2,5}) ermittelt wurden.

Wesentliche Quellen für Staub sind die Industrie, die Bauwirtschaft, der Verkehr und die Landwirtschaft. Bei den Kleinverbrauchern führt die Verbrennung von Festbrennstoffen in kleinen und oftmals veralteten Feuerungsanlagen zu nach wie vor hohen Staubemissionen. Die Emittentengruppe mit den größten Zuwachsraten ist der Verkehrssektor.

Hauptverursacher sind hier Rußpartikel aus Dieselfahrzeugen sowie der Abrieb an Reifen und Bremsen.

Die Emissionsangaben von Staub sind generell mit hohen Unsicherheiten behaftet. Für die Abschätzung der Staubemissionen im Rahmen der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI) besteht daher bei einigen wesentlichen Quellgruppen in Zukunft noch weiterer Forschungsbedarf.

Eine für die Immissionsbelastung vor allem in Städten bedeutende Quelle stellt darüber hinaus die Wiederaufwirbelung von Straßenstaub dar, die jedoch in der beschriebenen Inventur nicht enthalten ist.

6.2 Gesamtstaub (TSP)

In folgender Abbildung sind die TSP-Emissionen Österreichs der sechs Hauptverursacher für die Jahre 1990, 1995, 1999, 2001 und 2002 dargestellt:

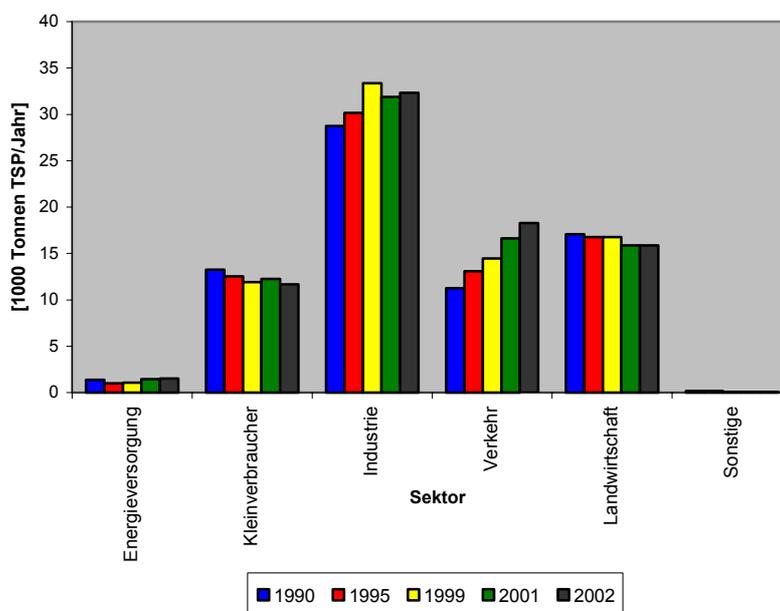


Abbildung 30: TSP-Emissionen nach Sektoren 1990, 1995, 1999, 2001 und 2002

Hauptverursacher

Im Jahr 2002 verursachte die Industrie 41% der TSP-Emissionen. Hauptverantwortlich hierfür ist der Umschlag von Schüttgütern und das Bauwesen. 23% der TSP-Emissionen wurden vom Verkehr erzeugt, wobei der größte Teil (etwa zwei Drittel) durch Reifen- und Bremsabrieb entsteht. Etwa ein Drittel der TSP-Emissionen des Verkehrssektors sind Rußpartikel.

Die Landwirtschaft verursachte 2002 durch landwirtschaftliche Feldbearbeitung 20% der Emissionen. 15% der Emissionen stammten von den Kleinverbrauchern und 2% von der Energieversorgung. Die TSP-Emissionen der Sonstigen sind von untergeordneter Bedeutung.

Trend

Im Zeitraum 1990 bis 2002 haben die Gesamtstaubemissionen um 11 Prozentpunkte auf etwa 80.000 Tonnen zugenommen. Diese Zunahme lässt sich zum überwiegenden Teil auf Reibungsemissionen (Bremsen, Reifenabrieb) des Verkehrs, insbesondere des stark zunehmenden Schwerverkehrs, zurückführen. Rußpartikel aus Dieselfahrzeugen stellen die zweite große, stark im Steigen begriffene Staubfraktion dar.

6.3 PM₁₀

In folgender Abbildung sind die PM₁₀-Emissionen Österreichs der sechs Hauptverursacher für die Jahre 1990, 1995, 1999, 2001 und 2002 dargestellt:

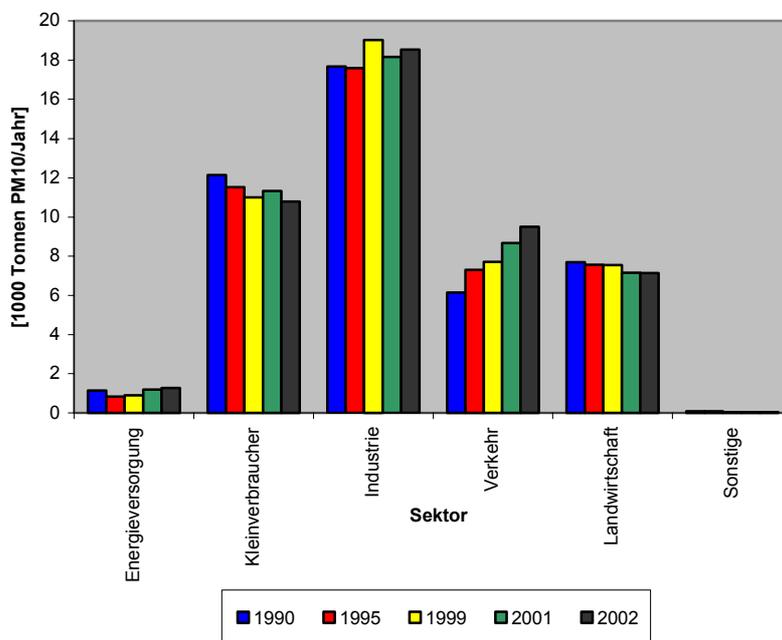


Abbildung 31: PM₁₀-Emissionen nach Sektoren 1990, 1995, 1999, 2001 und 2002

Hauptverursacher

Bei den PM₁₀-Emissionen ist ebenfalls die Industrie mit einem Anteil von 39% im Jahr 2002 hauptverantwortlich. 20% der Emissionen wurden vom Verkehr (Abrieb und Rußpartikel) verursacht. Die Kleinverbraucher erzeugten 23% der PM₁₀-Emissionen, die Landwirtschaft 15% Energieversorgung 3%.

Trend

Seit 1990 sind die PM₁₀-Emissionen um 5 Prozentpunkte auf etwa 47.000 Tonnen angestiegen.

6.4 PM_{2,5}

In folgender Abbildung sind die PM_{2,5}-Emissionen Österreichs der sechs Hauptverursacher für die Jahre 1990, 1995, 1999, 2001 und 2002 dargestellt:

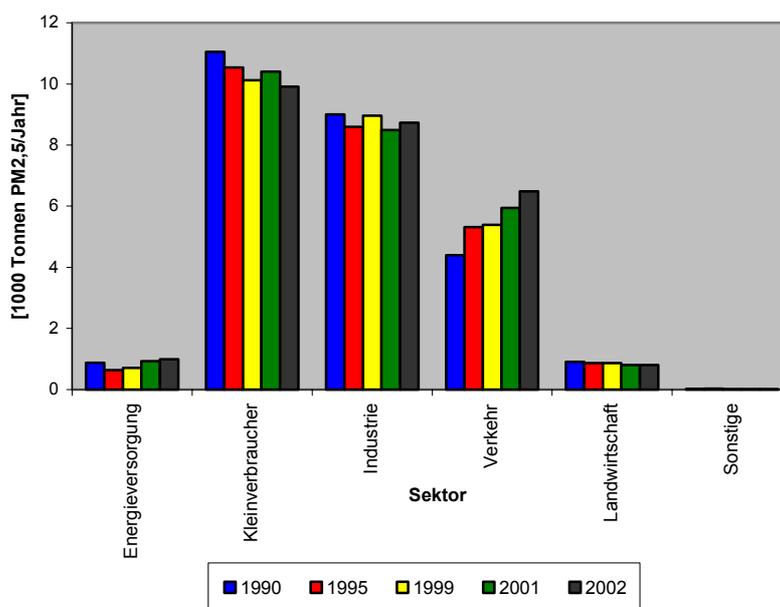


Abbildung 32: PM_{2,5}-Emissionen nach Sektoren 1990, 1995, 1999, 2001 und 2002

Hauptverursacher

Die Kleinverbraucher verursachten im Jahr 2002 etwa 37% der PM_{2,5}-Emissionen. Durch Verringerung des Einsatzes von Brennholz in der Raumwärmeerzeugung haben sie aber rückläufige Tendenz (-10% seit 1990). Die Industrie war 2002 für etwa 32% der PM_{2,5}-Emissionen verantwortlich.

Der Verkehr emittierte 2002 24% der PM_{2,5}-Emissionen. Dieser Sektor weist jedoch enorme Anstiegsraten auf (+47% seit 1990). Grund dafür ist der Trend zu Dieselaggregaten bei Kraftfahrzeugen, womit laufend steigende Emissionen feinstaubiger Rußpartikel einhergehen.

Die Kraftwerke der Energieversorgung sowie die Landwirtschaft erzeugten 2002 4 bzw. 3% der PM_{2,5}-Emissionen.

Trend

Die von den Kleinverbrauchern erreichten Reduktionen wurden durch die massiv ansteigenden Feinstaubemissionen des Verkehrssektors mehr als wettgemacht. Insgesamt ist im Zeitraum 1990 bis 2002 bei PM_{2,5} ein Anstieg um 3 Prozentpunkte auf etwa 27.000 Tonnen zu verzeichnen.

7 SCHWERMETALLE

Eine Reihe von Schwermetallen wird durch anthropogene Vorgänge in die Luft emittiert und kann einerseits direkt über den Luftpfad schädliche Wirkungen auf Menschen und Umwelt entfalten. Andererseits kann es zu einer Akkumulation von Schwermetallen im Boden und in Ökosystemen kommen und es kann in weiterer Folge über die Nahrungskette wiederum zu schädlichen Auswirkungen auf den Menschen kommen. Die Konvention über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverunreinigungen sieht daher eine Berichtspflicht der Emissionen von Kadmium, Quecksilber und Blei vor (Protokoll betreffend Schwermetalle-1998 Aarhus).

Die Schwermetallemissionen der Jahre 1985, 1990 und 1995 wurden nach WINDSBERGER et al. (1999) erhoben. Die Angaben der dazwischenliegenden Jahre wurden auf Basis der Erkenntnisse dieser Studie abgeschätzt. In einer weiteren Studie wurden die Emissionen der Schwermetalle von 1995 bis 2000 behandelt [UMWELTBUNDSAMT 2001a]. Die Ermittlung der Schwermetallemissionen für das Jahr 2002 erfolgte auf Grundlage dieser Studie.

In folgender Abbildung sind die Emissionen von Kadmium, Quecksilber und Blei der einzelnen Sektoren für das Jahr 2002 dargestellt:

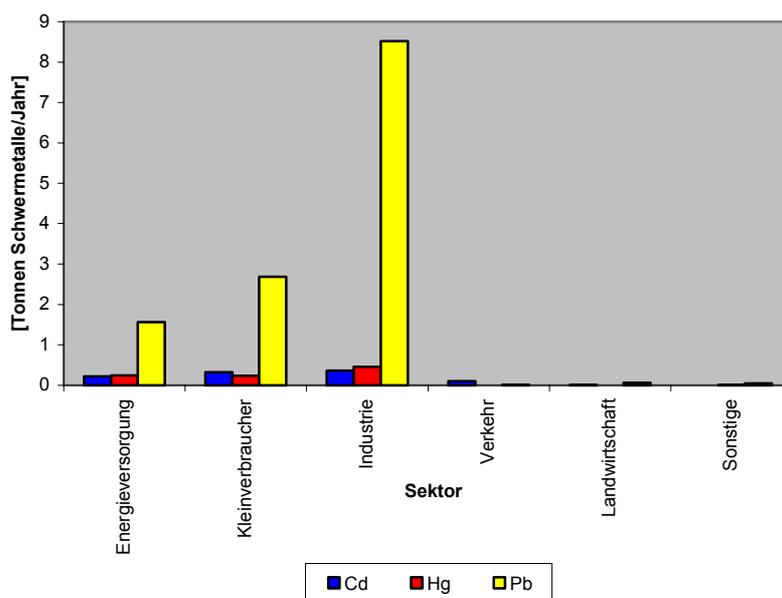


Abbildung 33: Emissionen der Schwermetalle Cd, Hg und Pb nach Sektoren für das Jahr 2002

Hauptverursacher

Industrie, Kleinverbraucher und Energieversorgung sind die Hauptemittenten von Schwermetallen.

Bei Blei dominieren die Emissionen der Industrie gefolgt von jenen der Kleinverbraucher. Die Emissionen von Kadmium und Quecksilber hingegen sind vergleichsweise ausgeglichen auf die drei zuvor genannten Sektoren verteilt.

In folgender Abbildung ist die Entwicklung des anthropogenen Ausstoßes von Kadmium, Quecksilber und Blei 1990 bis 2002 dargestellt (Angabe als Index in Prozent).

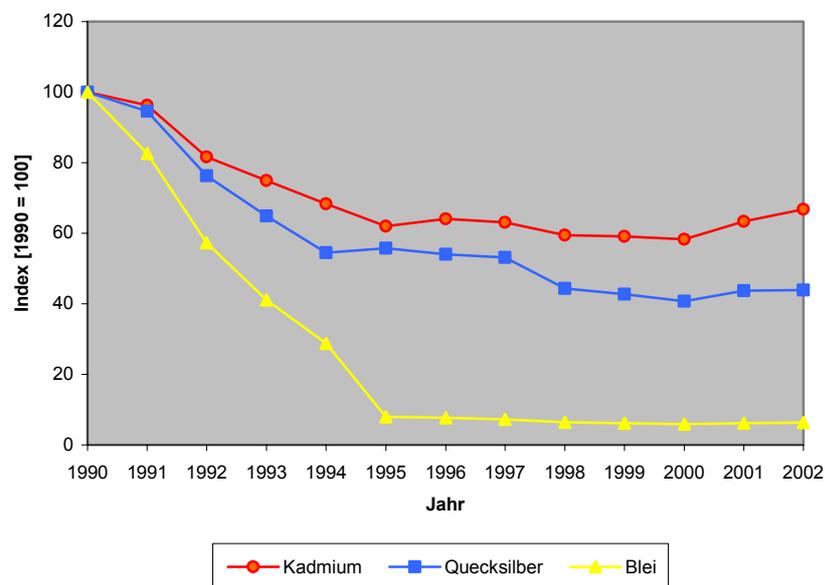


Abbildung 34: Trend [%] der Schwermetallemissionen 1990 bis 2002 (Cd, Hg und Pb)

Trend

Seit 1990 konnten die Bleiemissionen um 94% auf nunmehr etwa 13 Tonnen reduziert werden. Die Emissionen von Kadmium wurden im selben Zeitraum um 33% auf 1,0 Tonnen und die Quecksilberemissionen um 56% auf 0,9 Tonnen reduziert.

7.1 Kadmium (Cd)

Kadmium kommt in erster Linie in biogenen Brennstoffen und Industrieabfällen vor. Weitere Kadmiumquellen sind die Eisen- und Stahlerzeugung, die Verbrennung von Koks und Kohle, der Straßenverkehr (Reifen- und Bremsabrieb) und die Zementerzeugung. Kadmium wird somit hauptsächlich von den Sektoren Kleinverbraucher, Industrie, Energieversorgung und zunehmend Verkehr freigesetzt.

In folgender Abbildung sind die Cd-Trends der sechs Hauptverursacher dargestellt:

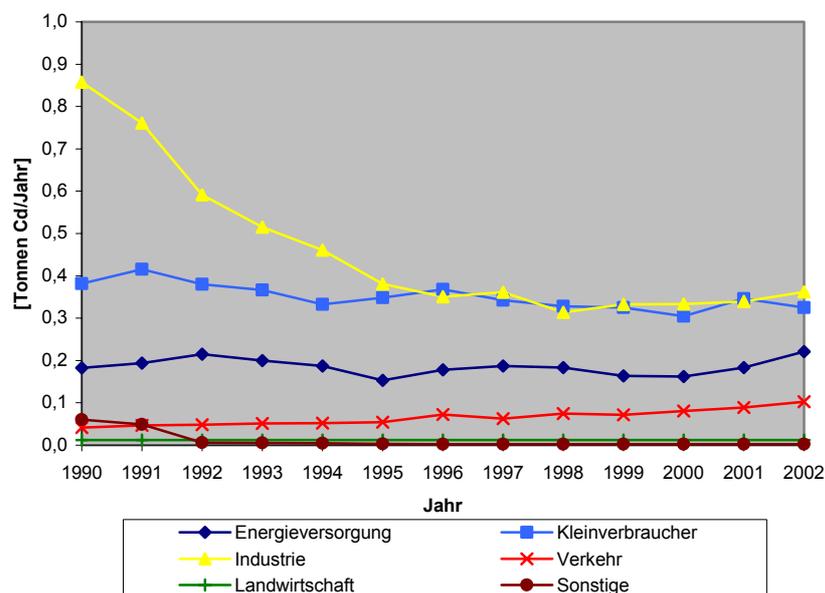


Abbildung 35: Cd-Trend nach Sektoren 1990 bis 2002

Hauptverursacher und Trends

2002 kamen 32% der Cd-Emissionen von den Kleinverbrauchern, 35% aus dem Sektor Industrie, 22% von der Energieversorgung, 10% vom Verkehr und 1% aus der Landwirtschaft.

Die Cd-Gesamtemissionen sind von 1990 bis 2002 um 33% auf etwa eine Tonne gesunken (vgl. Abbildung 34). Industrie und Kleinverbrauch lieferten mit -58 bzw. -15% die maßgeblichen Beiträge zur Cd-Reduktion. Der Cd-Anstieg des Energieversorgungssektors (+21%) ist größtenteils auf den verstärkten Kohleeinsatz der Kraftwerke zurückzuführen.

Mit dem steigenden Verkehrsaufkommen, insbesondere des Schwerverkehrs, steigen auch die Cd-Emissionen dieses Sektors kontinuierlich an, 1990 bis 2002 um 148%.

Ursachen

Kadmium wird in Österreich zum Großteil durch Verbrennung emittiert. Als Hauptfaktoren für die Reduktion der Cd-Emissionen sind Einzelmaßnahmen in der Industrie wie zum Beispiel verbesserte Staubabscheidung bei Verbrennungsanlagen, in der Eisen- & Stahlerzeugung und bei Müllverbrennungsanlagen zu nennen.

Wesentliche Kadmiumquellen sind:

- Verbrennung von Brennholz in Kleinfeuerungsanlagen
- Verbrennung von Koks und Kohle
- Eisen- & Stahlerzeugung
- Verbrennung von Raffinerie-Rückständen
- Straßenverkehr (Reifenabrieb, Bremsabrieb)
- Zementindustrie

7.2 Quecksilber (Hg)

Quecksilber wird hauptsächlich durch die Verbrennung von Koks, Kohle, Raffinerie-Rückständen und Brennholz freigesetzt. Hauptemittenten in Österreich sind die Sektoren Industrie, Kleinverbraucher und Energieversorgung. Zu beachten ist hierbei, dass auch die energetische Nutzung von Müll in Abfallverbrennungsanlagen dem Bereich der Energieversorgung zugeordnet ist.

In folgender Abbildung sind die Hg-Trends der sechs Hauptverursacher dargestellt:

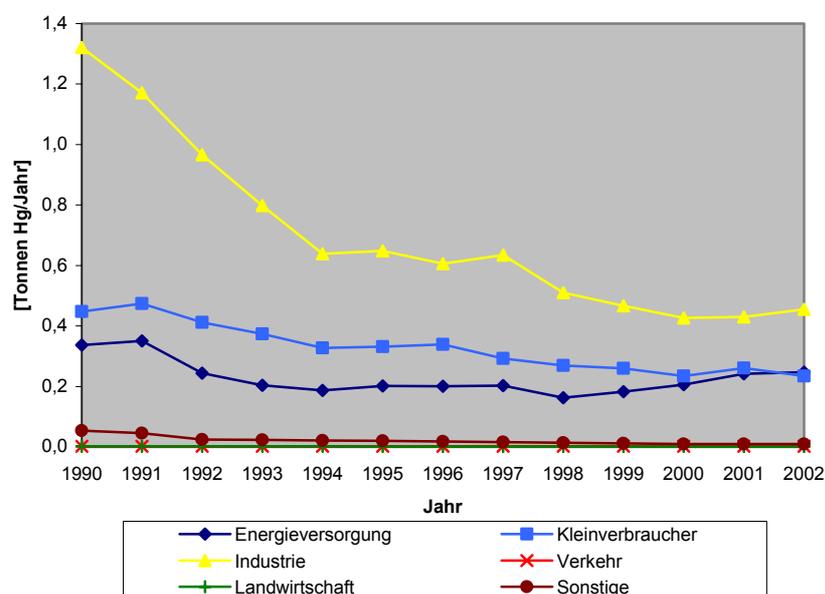


Abbildung 36: Hg-Trend nach Sektoren 1990 bis 2002

Hauptverursacher und Trends

Im Jahr 2002 stammten 48% der Hg-Emissionen von der Industrie, 26% von den Kraftwerken der Energieversorgung und 25% von den Kleinverbrauchern. Die Hg-Emissionen der übrigen Sektoren sind vernachlässigbar gering.

Die Quecksilberemissionen sanken zwischen 1990 und 2002 um 56% auf knapp eine Tonne, wobei die Industrie mit -66% den überwiegenden Teil der Reduktionen erreichte. Die Kleinverbraucher reduzierten ihre Hg-Emissionen um 48%, die Energieversorgung um 27%.

Ursachen

Quecksilber wird in Österreich überwiegend durch Verbrennung und industrielle Produktion emittiert. Der Rückgang der Hg-Emissionen ist vor allem auf emissionsmindernde Maßnahmen der Eisen- & Stahlerzeugung, bei Müllverbrennungsanlagen und in der Zement- und Chlorerzeugung zurückzuführen.

Wesentliche Quecksilberquellen sind:

- Verbrennung von Koks und Kohle
- Verbrennung von Raffinerie-Rückständen
- Verbrennung von Brennholz
- Sinteranlagen
- Eisen- & Stahlerzeugung
- Zementerzeugung
- Abfallverbrennung – Hausmüll

7.3 Blei (Pb)

Für die Bleiemissionen Österreichs sind in erster Linie die Eisen- und Stahlindustrie, der Hausbrand sowie die gewerblichen und industriellen Verbrennungsanlagen verantwortlich.

In folgender Abbildung sind die Pb-Trends der sechs Hauptverursacher dargestellt:

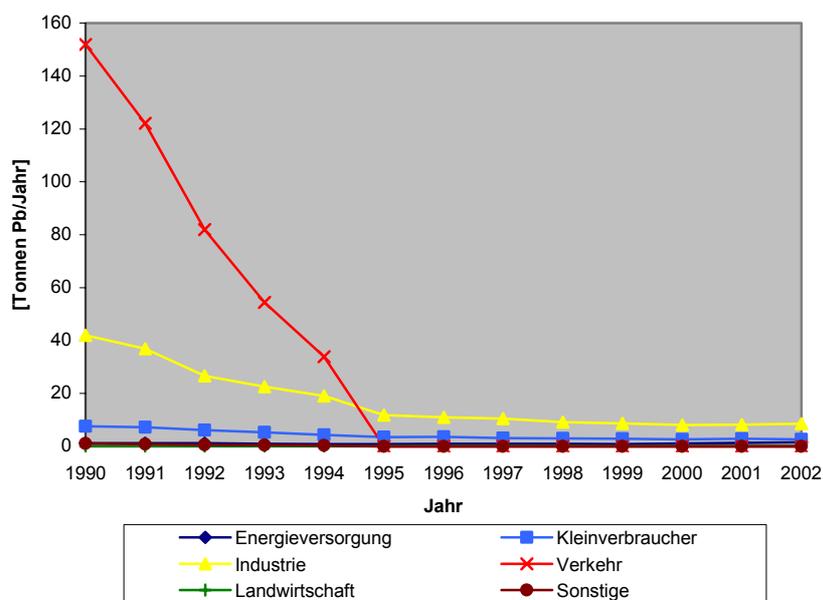


Abbildung 37: Pb-Trend nach Sektoren 1990 bis 2002

Hauptverursacher und Trends

Im Jahr 2002 hatte der Sektor Industrie einen Anteil von 66%, der Kleinverbrauch einen Anteil von 21% und die Energieversorgung einen Anteil von 12% an den gesamten Pb-Emissionen. Der Verkehr spielte 2002 im Bereich der Bleiemissionen keine Rolle mehr.

Die Pb-Emissionen sanken zwischen 1990 und 2002 um 94% auf etwa 13 Tonnen. Dieser starke Rückgang ist vor allem auf den Sektor Verkehr (-100%) und den Sektor Industrie (-80%) zurückzuführen. Die Kleinverbraucher konnten ihre Pb-Emissionen um 64% reduzieren.

Ursachen

Der starke Rückgang der Pb-Emissionen wurde vor allem durch das Verbot des Einsatzes von verbleitem Benzin sowie durch verbesserte Abluftreinigung bei Industrie (Eisen- & Stahlerzeugung) und Müllverbrennung erreicht.

Wesentliche Bleiquellen sind:

- Eisen- & Stahlerzeugung
- Verbrennung von Brennholz
- Verbrennung von Koks und Kohle
- Glaserzeugung
- Sekundäre Kupfer- & Bleierzeugung
- Verbrennung von Raffinerie-Rückständen

8 PERSISTENTE ORGANISCHE VERBINDUNGEN

Unter persistenten organischen Schadstoffen versteht man in der Umwelt langlebige und schädliche organische Substanzen. Die in diesem Bericht behandelten persistenten organischen Schadstoffe umfassen PAHs, Dioxine und Hexachlorbenzol.

8.1 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)

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

In einer Studie [UMWELTBUNDESAMT, 2001c] wurden jene vier polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe erhoben, die vom UNECE-Protokoll betreffend persistente organische Verbindungen (Aarhus, 1998) gefordert werden. Es handelt sich hierbei um Benz(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen und Indeno(1,2,3-cd)pyren. Die Summe der in Abbildung 38 angegebenen PAH bezieht sich somit auf diese vier Verbindungen.

In folgender Abbildung ist die Entwicklung des anthropogenen Ausstoßes polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe seit 1990 dargestellt:

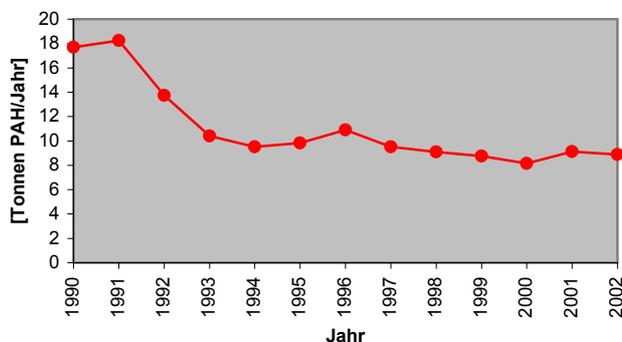


Abbildung 38: PAH-Trend 1990 bis 2002

Trend

Insgesamt konnten die PAH-Emissionen im Zeitraum 1990 bis 2002 um 50% reduziert werden.

In folgender Abbildung sind die PAH-Trends der sechs Hauptverursacher dargestellt:

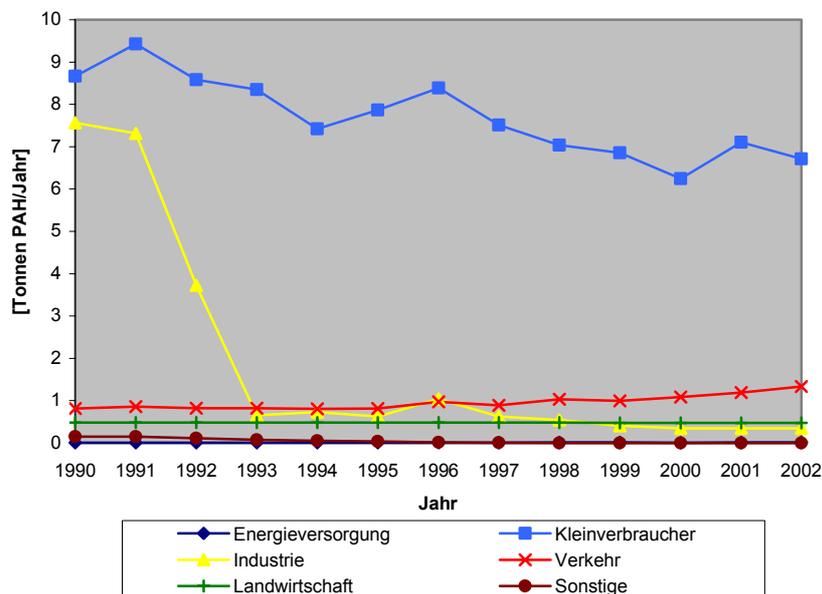


Abbildung 39: PAH-Trend nach Sektoren 1990 bis 2002

Hauptverursacher und Trends

Ende der 80er Jahre kam es in Österreich zum Verbot der offenen Strohverbrennung am Feld, Anfang der 90er Jahre wurde die Primäraluminiumproduktion eingestellt. Seither sind die Kleinverbraucher Hauptemittent der PAH-Emissionen. Im Jahr 2002 betrug ihr Anteil an den österreichischen Gesamtemissionen 76%. Der Verkehr trug 15%, die Landwirtschaft 5% (Verbrennung von landwirtschaftlichen Abfällen) und die Industrie 4% der PAH-Emissionen bei. Insgesamt konnten von 1990 bis 2002 die PAH-Emissionen um 50% auf 8,9 Tonnen reduziert werden (vgl. Abbildung 38).

Die PAH-Emissionen aus dem Bereich der Kleinverbraucher werden einerseits durch die Menge des eingesetzten Brennholzes und andererseits durch die Verbrennungstechnologie bestimmt. Ein verstärkter Einsatz moderner Anlagen mit geringen spezifischen Emissionen würde eine weitere deutliche Reduktion des PAH-Ausstoßes bewirken.

8.2 Dioxine

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

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

Dioxine entstehen als unerwünschte Nebenprodukte bei einer Vielzahl von industriellen Prozessen und Verbrennungsvorgängen.

In folgender Abbildung ist der Trend der Dioxinmissionen Österreichs dargestellt:

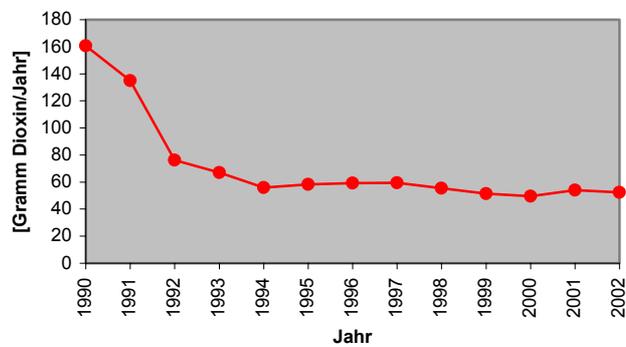


Abbildung 40: Dioxintrend 1990 bis 2002

Trend

Im Zeitraum 1990 bis 2002 konnten die Dioxinmissionen um 67% auf etwa 52 Gramm reduziert werden. Seit 1994 sind jedoch kaum mehr Reduktionen zu verzeichnen.

In folgender Abbildung sind die Trends der sechs Hauptverursacher dargestellt:

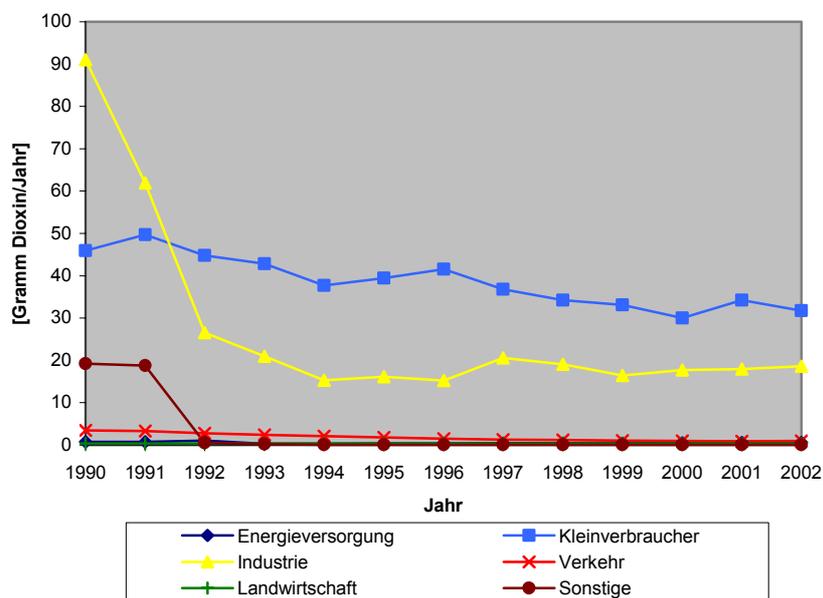


Abbildung 41: Dioxintrend nach Sektoren 1990 bis 2002

Hauptverursacher und Trends

Anfang der 90er Jahre konnten die Dioxinmissionen erheblich reduziert werden. Dies ist auf Emissionsminderungsmaßnahmen, die in der Industrie und bei den Müllverbrennungsanlagen gesetzt worden waren, zurückzuführen. Im Jahr 2002 verursachte daher der Sektor Industrie nur noch 35% der Emissionen, die vorwiegend dem Sintervorgang in der Eisen- und Stahlerzeugung zuzuschreiben sind. Seit 1992 liefern die Kleinverbraucher den größten Beitrag (Heizungs- und Kleinfeuerungsanlagen, insbesondere Verbrennung von festen Brennstoffen). Die Emissionen aus diesem Bereich nahmen in den letzten Jahren vergleichsweise wenig ab und betragen im Jahr 2002 61%. Der Verkehr verursachte 2%, Landwirtschaft und Energieversorgung jeweils 1% der Dioxinmissionen Österreichs.

Hauptgrund für die Reduktion der Emissionen war der Erlass der Luftreinhalteverordnung, welche die Dioxinmissionen bei der Abfallverbrennung sowie bei Dampfkesselanlagen beschränkt. Der Rückgang der Emissionen im Verkehr steht im Zusammenhang mit dem Verbot von verbleitem Benzin. Im Bereich der Kleinfeuerungsanlagen ist langfristig ein Sinken der Dioxinmissionen zu erwarten. Dies beruht vor allem auf der Umstellung von Einzelöfen auf Zentralheizungsanlagen. Ein wesentlicher Einflussfaktor ist aber auch im Brennstoffverbrauch und im Brennstoffmix zu sehen.

8.3 Hexachlorbenzol

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

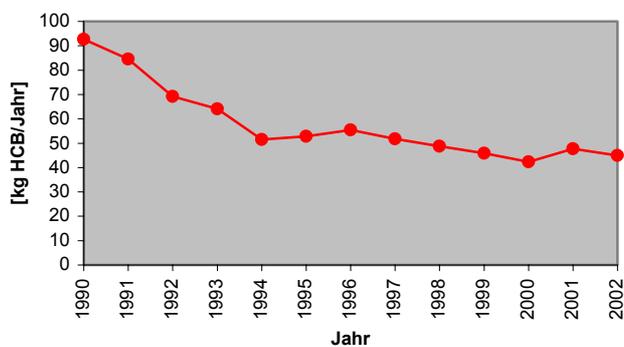


Abbildung 42: HCB-Trend 1990 bis 2002

Trend

Im Zeitraum 1990 bis 2002 ist eine Reduktion um insgesamt 52% auf etwa 45 kg zu verzeichnen. Die größten Verminderungen wurden in der ersten Hälfte der 90er Jahre geleistet.

In folgender Abbildung sind die HCB-Trends der sechs Hauptverursacher dargestellt:

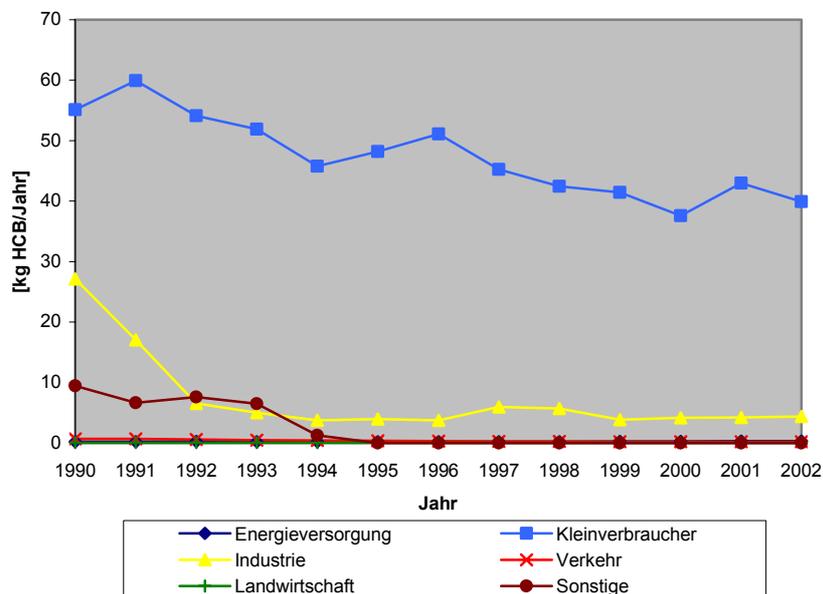


Abbildung 43: HCB-Trend nach Sektoren 1990 bis 2002

Hauptverursacher und Trends

Im Jahr 2002 waren die Kleinverbraucher (Kleinfeuerungsanlagen) mit einem Anteil von 89% Hauptverursacher der HCB-Emissionen. Die Industrie hatte einen Anteil von 10%. 1% der Emissionen stammte vom Energieversorgungssektor.

Im Zeitraum 1990 bis 2002 konnte die Industrie mit -84% die weitaus größten Reduktionen erzielen. Dies ist vor allem auf Emissionsminderungsmaßnahmen in der Eisen- und Stahlindustrie zurückzuführen. Außerdem ist HCB als Nebenprodukt bei der Produktion von chlorierten Kohlenwasserstoffen angefallen, die Produktion wurde jedoch zu Beginn der 90er Jahre schrittweise eingestellt.

Die Kleinverbraucher reduzierten ihre Emissionen um 28%, was auf den geringeren Einsatz von Holz und Kohle beim Hausbrand zurückzuführen ist.

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

9 VERURSACHERTRENDS

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

Die Industrie ist Schwerpunktsthema dieses Berichts und wird somit in diesem Kapitel etwas ausführlicher beschrieben.

9.1 Energieversorgung

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

In folgender Abbildung sind jene sechs Luftemissionen des Sektors Energieversorgung dargestellt, deren Anteil mehr als 5% an den Gesamtemissionen beträgt.

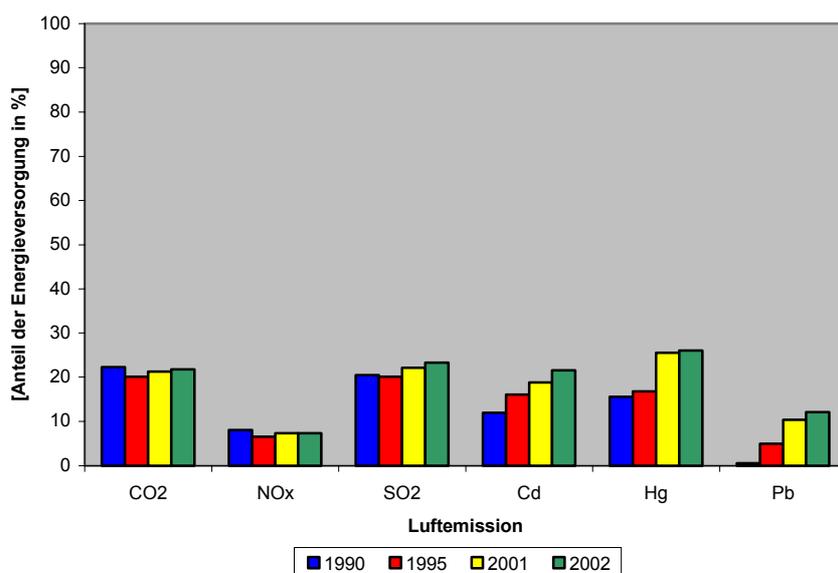


Abbildung 44: Anteil des Sektors Energieversorgung an den Gesamtemissionen

Hauptschadstoffe

Mit einem Anteil von 22% bei CO₂, 7% bei NO_x und 23% bei SO₂ tragen die Emissionen der Energieversorgung im Jahr 2002 zum Teil beträchtlich zu den österreichischen Gesamtemissionen bei. Auch bei den Schwermetallen Cd (22% Anteil), Hg (26% Anteil) und Pb (12% Anteil) zählt der Sektor Energieversorgung zu den Hauptverursachern.

Treibhausgase

Folgende Abbildung zeigt den CO₂-Trend des Sektors Energieversorgung:

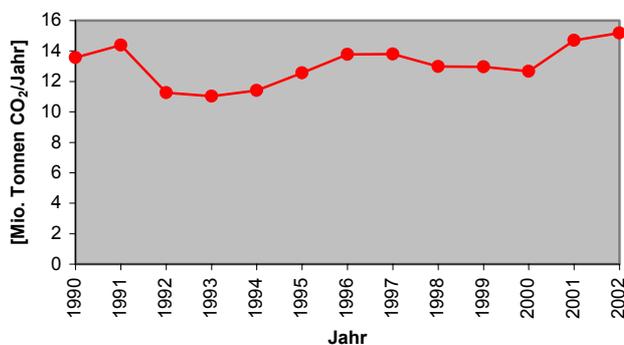


Abbildung 45: CO₂-Emissionen des Sektors Energieversorgung 1990 bis 2002

Trends und Ursachen

1990 bis 2002 sind die CO₂-Emissionen der Energieversorgung um insgesamt 12% auf 15,6 Millionen Tonnen angestiegen.

Der massive Anstieg 2000 auf 2001 lässt sich mit der vermehrten Produktion von Elektrizität in öffentlichen Kraftwerken generell und dem verstärkten Einsatz emissionsintensiver Kohle im speziellen erklären. Der Anstieg im Zeitraum 2001-2002 beträgt 3% und beruht auf einer weiteren Steigerung des Einsatzes fossiler Brennstoffe.

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

Sonstige Luftschadstoffe

Folgende Abbildung zeigt den Ausstoß von SO₂ und NO_x des Sektors Energieversorgung im Zeitraum 1990 bis 2002.

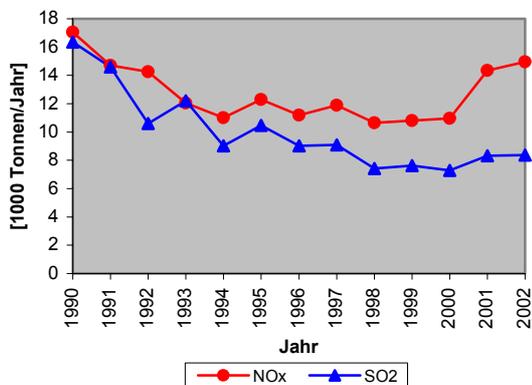


Abbildung 46: SO₂ und NO_x-Trends des Sektors Energieversorgung 1990 bis 2002

Sowohl die Stickoxide als auch Schwefeldioxid weisen bis zum Jahr 2000 eine rückläufige Tendenz auf. Ab dem Jahr 2000 kommt es zu massiven Anstiegen. 2001 auf 2002 ist bei SO_x ein Anstieg um 1%, bei NO_x ein Anstieg um 4% zu verzeichnen.

Trends und Ursachen

Nach erfolgter Reduktion der Emissionsanteile des Sektors Energieversorgung sind seit dem Jahr 2000 bei sämtlichen Luftschadstoffen wieder Anstiege zu verzeichnen. Bei NO_x durch die Zunahme des Einsatzes von Kohle und Erdgas zur Stromproduktion sowie Biomasse zur Fernwärmeerzeugung. Bei SO₂ vor allem durch den Anstieg des Kohleverbrauchs zur Stromerzeugung.

In folgender Abbildung ist der Anteil der öffentlichen Strom- und Fernwärmekraftwerke am Sektor Energieversorgung dargestellt. Die Persistenten Organischen Verbindungen sowie der Staub sind aufgrund der geringen Mengen nicht angeführt.

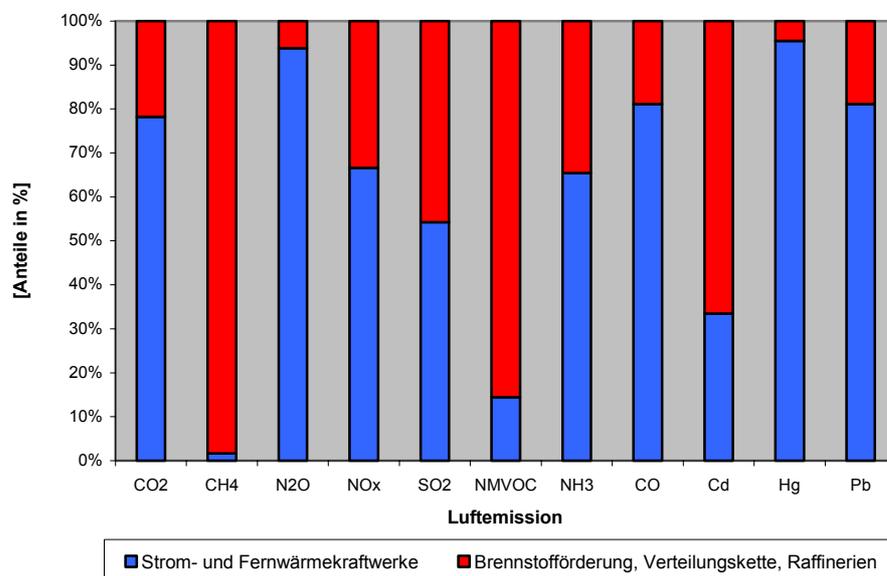


Abbildung 47: Anteile der Emissionen öffentlicher Strom- und Fernwärmekraftwerke am Energieversorgungssektor 2002

Der Sektor Energieversorgung wird bei den meisten Luftemissionen von den öffentlichen Strom- und Fernwärmekraftwerke dominiert. Bei SO₂, NO_x und NH₃ gewinnen die pyrogenen Emissionen aus Raffinerie und Brennstoffförderung anteilmäßig an Bedeutung. Bei NMVOC und CH₄ überwiegen eindeutig die (flüchtigen) Emissionen aus Brennstoffförderung und Brennstoffverteilung (Pipelines, Tankstellennetz, Raffinerie).

9.2 Verkehr

Der Verkehrssektor stellt einen der größten Verursacher von Umweltbeeinträchtigungen in Österreich dar. 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 (etwa 97% bei CO₂ und NO_x) entstammt vom Straßenverkehr.

Folgende Abbildung zeigt den Anteil der Schadstoffemissionen des Sektors Verkehr an den österreichischen Gesamtemissionen:

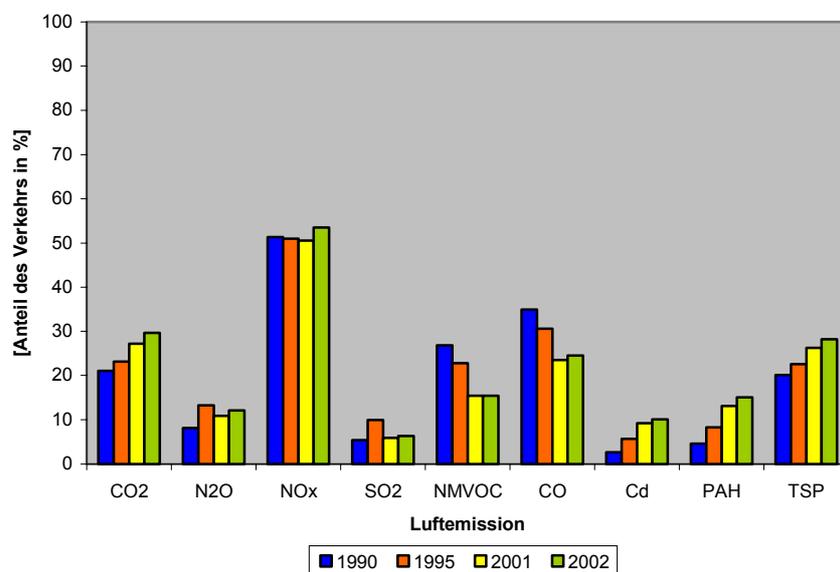


Abbildung 48: Anteil des Verkehrssektors an den Gesamtemissionen

Hauptschadstoffe

Bei den Schadstoffgruppen NMVOC und CO konnte seit 1990 der sektorale Anteil gesenkt werden. Dennoch emittiert der Verkehrssektor etwa 15% der NMVOC Emissionen, was angesichts deren Bedeutung als Ozonvorläufersubstanzen problematisch ist. Der Anteil der CO-Emissionen liegt bei etwa 25%, wobei von diesem Schadstoff ein geringeres Gefährdungspotential ausgeht.

Besonders kritisch zu beurteilen ist der laufend größer werdende Verkehrsanteil am Ozonvorläufer NO_x (2002: 54%). Auch der Anteil der Verkehrsemissionen an den gesamten CO₂-Emissionen hat in den letzten Jahren zugenommen. Dieser ist von 21% im Jahr 1990 auf 30% im Jahr 2002 angestiegen.

Treibhausgase

Folgende Abbildung zeigt die Trends der Treibhausgase CO₂ und N₂O des Verkehrssektors:

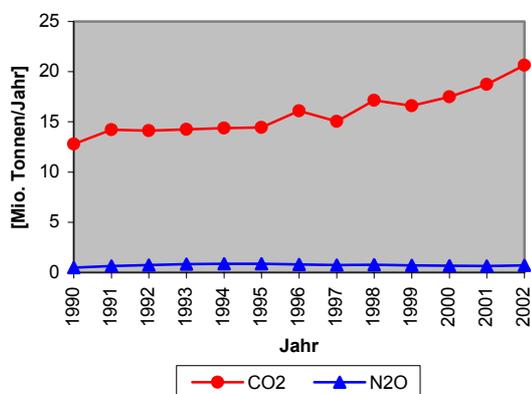


Abbildung 49: Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors 1990 bis 2002

Trends und Ursachen

CO₂ war 2002 für 97% der gesamten THG-Emissionen des Verkehrssektors verantwortlich. Von 1990 bis 2002 ist eine Zunahme um 61% von 12,8 Millionen Tonnen auf 20,7 Millionen Tonnen zu verzeichnen. Damit zeigen die CO₂-Emissionen aus dem Verkehrssektor eine Entwicklung, welche der im Kyoto-Protokoll vereinbarten Verringerung der nationalen Kohlendioxidemissionen deutlich entgegengerichtet ist.

Mit zusätzlichen 4,3 Millionen Tonnen CO₂-Emissionen (+47%) 1990 bis 2002 ist beim PKW-Verkehr der größte Zuwachs von allen Verkehrsträgern zu verzeichnen. Die CO₂-Emissionen der LKW (leichte und schwere Nutzfahrzeuge) nahmen im selben Zeitraum um mehr als das Doppelte (+112% bzw. 3,2 Millionen Tonnen) zu.

Einen Anstieg um 43% verzeichnen auch die N₂O-Emissionen dieses Sektors (von 490.000 Tonnen CO₂-Äquivalente im Jahr 1990 auf 700.000 Tonnen CO₂-Äquivalente im Jahr 2002). Die Zunahme wurde von den Personenkraftwagen mit Ottomotor verursacht, da Lachgas ein Nebenprodukt der katalytischen Abgasnachbehandlung ist. N₂O weist ein besonders hohes Treibhausgaspotential auf, im Vergleich zu CO₂ ist es jedoch im Verkehrssektor von untergeordneter Bedeutung.

In folgender Graphik ist der Anteil der LKW (leichte und schwere Nutzfahrzeuge) an den CO₂ und NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs für die Jahre 1990 und 2002 dargestellt:

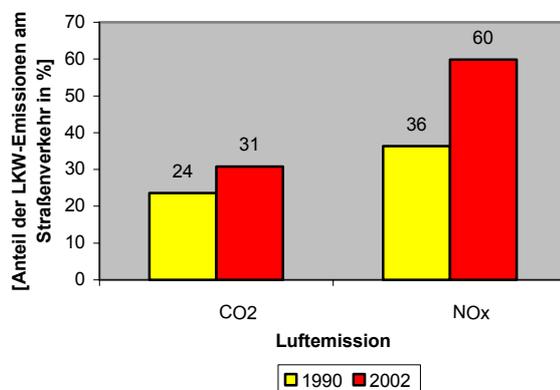


Abbildung 50: Anteil der CO₂ und NO_x-Emissionen von LKW am Straßenverkehr 1990 und 2002

Im Zeitraum von 1990 bis 2002 ist der relative Anteil der Emissionen von LKW am Gesamtstraßenverkehr sowohl bei CO₂ als auch NO_x gestiegen. Dies ist einerseits auf die steigenden Fahrleistungen des LKW-Verkehrs zurückzuführen (die Fahrleistungen von LKW sind um rund 273% gestiegen, die der PKW um rund 168%). Der deutlich höhere Anstieg des relativen Anteils von LKW bei den NO_x-Emissionen ist in erster Linie auf die Einführung des Katalysators und die damit verbundene überdurchschnittlich starke Abnahme der NO_x-Emissionen benzinbetriebener Einzelfahrzeuge zurückzuführen. Trotz Dieselboom nahmen dadurch auch die durchschnittlichen NO_x-Emissionen von PKW stärker ab als bei LKW.

Sonstige Luftschadstoffe

Die in europäischen Richtlinien festgelegten Emissionsgrenzwerte für Personenkraftwagen und Lastkraftwagen sowie strengere Qualitätsanforderungen an Treibstoffen bewirkten ein Absinken des Großteils der Emissionen aus Kraftfahrzeugen. Dies führte insbesondere bei den Luftschadstoffen Blei (Pb), Schwefeldioxid (SO₂), Kohlenwasserstoffe (NMVOC) und Kohlenmonoxid (CO) zu einer merklichen Reduktion der Gesamtemissionen. Bei den Stickoxiden (NO_x) hingegen wurden bisher keine nennenswerten Emissionsminderungen erreicht.

Folgende Abbildung gibt einen Überblick über die Trends wesentlicher Luftschadstoffe des Verkehrssektors:

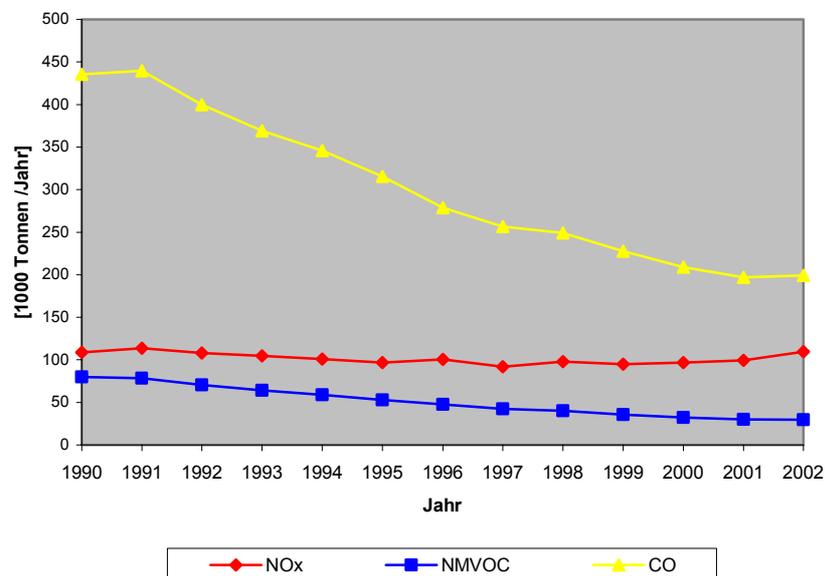


Abbildung 51: NO_x, NMVOC und CO-Emissionen des Verkehrssektors 1990-2002

Trends und Ursachen

Die gesamten NMVOC-Emissionen des Verkehrssektors konnten durch Optimierungen der Verbrennungsvorgänge im Motor sowie die Einführung der Katalysatorpflicht um 63% von 80.000 Tonnen im Jahr 1990 auf 30.000 Tonnen im Jahr 2002 reduziert werden.

Bei den CO-Emissionen ist ebenfalls eine deutliche Reduktion zu verzeichnen. Sie sanken in den letzten 12 Jahren um 54% von 436.000 Tonnen auf 199.000 Tonnen.

Die SO₂-Emissionen sind im Zeitraum 1990 bis 2002 um 48% von 4.000 Tonnen auf 2000 Tonnen 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. Diese Vereinbarung greift den Anforderungen der Richtlinie 98/70EG (Qualität von Otto- und Dieseldieselkraftstoffen) vor, wonach spätestens ab 1.1.2005 schwefelfreier Kraftstoff flächendeckend angeboten werden muss.

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

Der Ausstoß von NO_x aus dem Verkehrssektor (überwiegend Straßenverkehr) ist mit 109.000 Tonnen seit 1990 auf konstant hohem Niveau. Dies stellt speziell hinsichtlich der Tatsache, dass der Verkehrssektor die größte Verursachergruppe bei den Stickoxidemissionen ist, eine kritische Entwicklung dar.

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

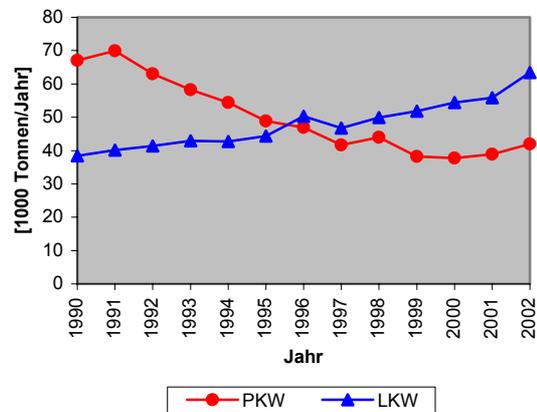


Abbildung 52: NO_x-Emissionen von LKW und PKW 1990-2002

Nahmen seit 1990 die NO_x-Emissionen von PKW aufgrund der Einführung der Katalysatorpflicht bei benzinbetriebenen PKW um 37% ab, so ist in den letzten Jahren in erster Linie aufgrund des Dieselbooms wieder eine steigende Tendenz vorhanden. 2001 auf 2002 stiegen die NO_x-Emissionen von PKW um 8% auf 42.000 Tonnen an. Neben den zunehmenden Fahrleistungen ist der vermehrte Einsatz von Diesel PKW hauptverantwortlich für diesen Trend.

LKW verursachten 2002 60% der Stickoxid-Emissionen vom Straßenverkehr (vgl. Abbildung 50). LKW sind somit wesentlichster Emittent von NO_x-Emissionen in Österreich. Mit 63.000 Tonnen NO_x-Ausstoß im Jahr 2002 wurden um 65% mehr als 1990 emittiert. Grund für diese Entwicklung ist neben dem hohen Schadstoffausstoß der Fahrzeuge der starke Anstieg der Transportleistung im straßengebundenen Güterverkehr.

Persistente Organische Verbindungen

Die Emissionen verkehrsbedingter persistenter organischer Verbindungen (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Dioxine und Hexachlorbenzol) zeigen seit 1990 zwei verschiedene Entwicklungen: Die PAH haben bis 2002 stark zugenommen (+64%) während Dioxine und HCB (methodikbedingt) gleich hohe Reduktionen (-71%) zeigen.

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

9.3 Kleinverbraucher

Die Gruppe der Kleinverbraucher umfasst Emissionen aus der Verbrennung in Haushalten, im Kleingewerbe und öffentlichen Gebäuden (z.B. Schulen) sowie Feuerungsanlagen in der Land- und Forstwirtschaft. Gemäß der neuen Verursachereinteilung (vgl. Kapitel 2.3) beinhaltet diese Gruppe auch die Off-Road Geräte des Kleinverbrauchs (Rasenmäher, Traktoren, etc.), welche vormals dem Verkehrssektor zugeordnet wurden.

Österreichs Kleinverbraucher tragen mehr als 5% zu den Gesamtemissionen der Luftschadstoffe CO₂, N₂O, NO_x, CO, NMVOC, SO₂, Hg, Pb, PAH, Dioxine, HCB und TSP bei.

In folgender Abbildung ist für diese Luftemissionen der Anteil der Kleinverbraucher an den österreichischen Gesamtemissionen dargestellt:

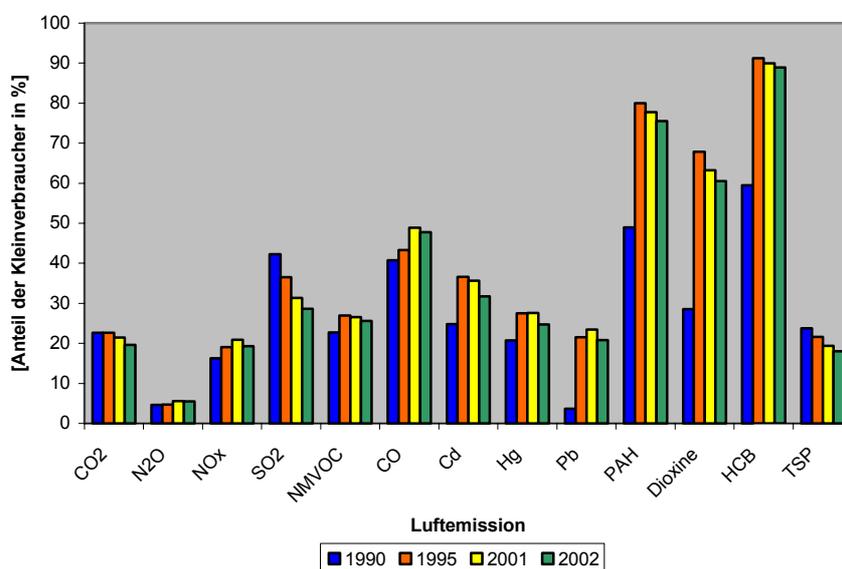


Abbildung 53: Anteil der Kleinverbraucher an den Gesamtemissionen

Hauptschadstoffe

Im Jahr 2002 verursachten die Kleinverbraucher 20% der CO₂-Emissionen, 6% der N₂O-Emissionen, 19% der NO_x-Emissionen, 48% der CO-Emissionen, 26% der NMVOC-Emissionen, 29% der SO₂-Emissionen, 32% der Cd-Emissionen, 25% der Hg-Emissionen, 21% der Pb-Emissionen, 76% der PAH-Emissionen, 61% der Dioxinmissionen, 89% der HCB- und 18% der TSP-Emissionen.

Die zunehmenden Anteile bestimmter Luftemissionen dieses Sektors lassen sich mit der vergleichsweise stärkeren Abnahme dieser Gase in anderen Sektoren erklären.

Trends und Ursachen

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 hohe Emissionen von NMVOC, CO, Cd, Hg, PAH und Dioxin.

9.4 Industrie

Die Verursacherguppe Industrie beinhaltet sehr unterschiedliche Verursacher von Luftschadstoffen. Sie umfasst die Schwerindustrie (Eisen- und Stahlindustrie), die chemische Industrie, Papierindustrie, industrielle Nahrungsmittelproduktion, Bergbau (ohne Brennstoffförderung, vgl. Kapitel 2.3) etc.

Die Industrie verursacht mehr als 5% der Gesamtemissionen einer Reihe von Luftschadstoffen. Es sind dies CO₂, N₂O, CO, SO₂, NO_x, NMVOC, Cd, Hg, Pb, Dioxine, HCB und TSP. In folgender Abbildung ist für diese Luftemissionen der Anteil der Industrie an den österreichischen Gesamtemissionen dargestellt:

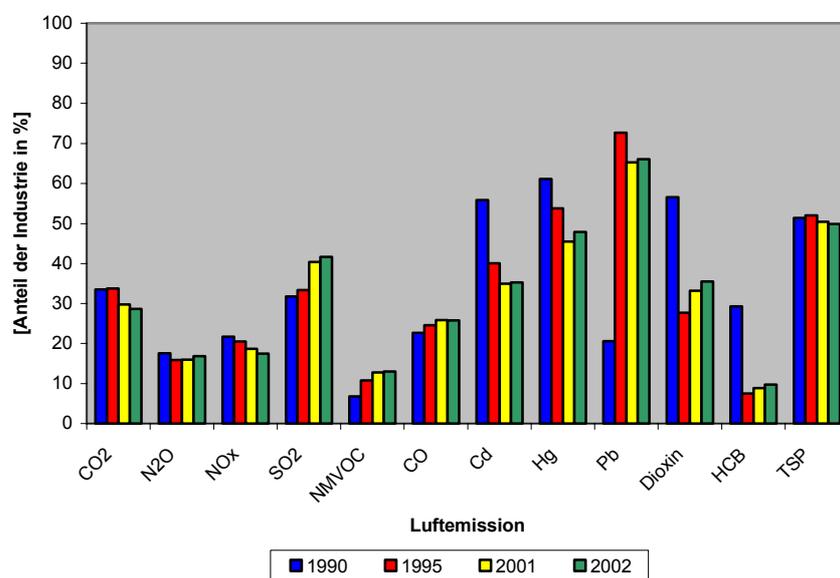


Abbildung 54: Anteil der Industrie an den Gesamtemissionen

Hauptschadstoffe

Im Jahr 2002 verursachte die Industrie 29% der CO₂-Emissionen, 17% der N₂O-Emissionen, 42% der SO₂-Emissionen, 18% der NO_x-Emissionen, 13% der NMVOC-Emissionen, 26% der CO-Emissionen, 35% der Cd-Emissionen, 48% der Hg-Emissionen, 66% der Pb-Emissionen, 36% der Dioxin-Emissionen, 10% der HCB-Emissionen und 50% der TSP-Emissionen.

9.4.1 Emissionstrends

Zuerst werden die Emissionstrends der Treibhausgase, danach jene der Ozonvorläufersubstanzen und sonstigen Luftschadstoffe beschrieben.

Treibhausgase

Der Großteil (88%) der Treibhausgasemissionen sind CO₂-Emissionen, 8% tragen die fluorierten Gase bei, weitere 4% Lachgas. Fluorierte Gase werden definitionsgemäß ausschließlich vom Sektor Industrie emittiert, eine detaillierte Beschreibung des Trends und der Verursacher ist in Kapitel 3.5.4 zu finden. Der Anteil der Methanemissionen an den gesamten Treibhausgasemissionen des Sektors Industrie ist mit 0,1% vernachlässigbar gering.

Folgende Abbildung zeigt die Emissionstrends der einzelnen Treibhausgase des Sektors Industrie:

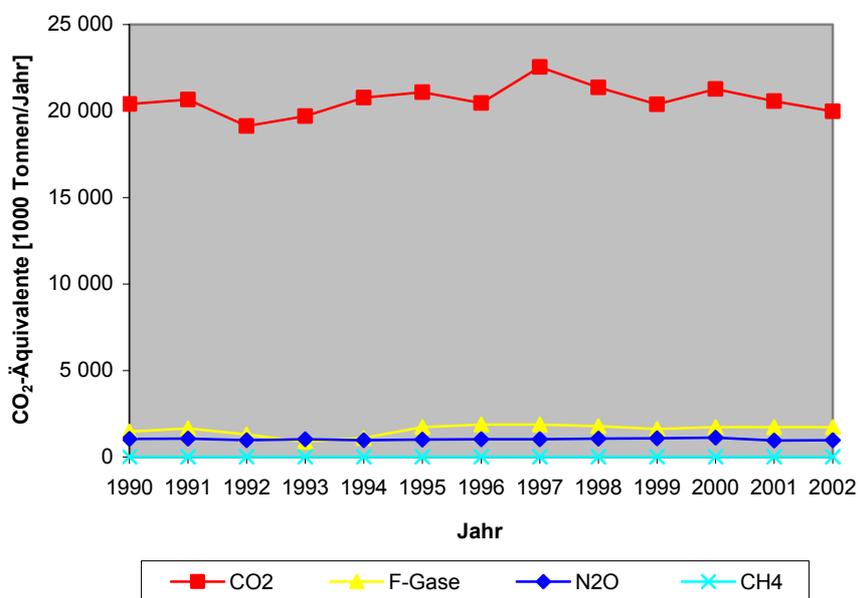


Abbildung 55: Trend der Treibhausgasemissionen des Sektors Industrie 1990-2002

Trends und Ursachen

Die Treibhausgasemissionen des Sektors Industrie zeigen bis 1997 einen steigenden Trend, sind seither aber wieder auf das Niveau des Jahres 1990 gesunken (1% geringere Emissionen als 1990).

Dabei zu beachten ist, dass das Kyoto-Basisjahr für die fluorierten Gase nicht 1990, sondern 1995 ist. Der Trend der Treibhausgasemissionen des Sektors Industrie vom Kyoto-Basisjahr bis 2002 ist mit minus 2% aber ebenfalls weitgehend konstant, und folgt dem Trend der CO₂-Emissionen.

Der Anstieg der CO₂-Emissionen von 1990 bis 1997 ist auf erhöhte Emissionen der Eisen- und Stahlindustrie aufgrund gesteigerter Stahlproduktion und auf steigende Produktion in der Papierindustrie und der mineralverarbeitenden Industrie zurückzuführen. Die beiden letztgenannten Industriezweige sind auch für den Rückgang der Emissionen nach 1997

hauptverantwortlich. Betrachtet man den gesamten Zeitraum zwischen 1990 und 2002, so wurde der Anstieg der Emissionen in der Eisen- und Stahlindustrie um 23% durch den Rückgang der Emissionen in der restlichen Industrie kompensiert: der Gesamttrend betrug minus 2%. Eine Ursache für diese rückläufige Entwicklung ist der Rückgang der industrieeigenen Strom- und Wärmeproduktion nach der Strommarktliberalisierung.

Die Lachgasemissionen sind seit 1990 um 8% gefallen, dies ist auf den Einsatz eines Katalysators in der Salpetersäureproduktion zurückzuführen.

Ozonvorläufersubstanzen und SO₂

Bei den klassischen Luftschadstoffen konnte die Industrie ihre Emissionen im Zeitraum 1990 bis 2002 zumeist erheblich reduzieren.

In folgender Abbildung ist der Trend der Ozonvorläufersubstanzen und SO₂ dargestellt; dabei ist der unterschiedliche Maßstab für CO zu beachten.

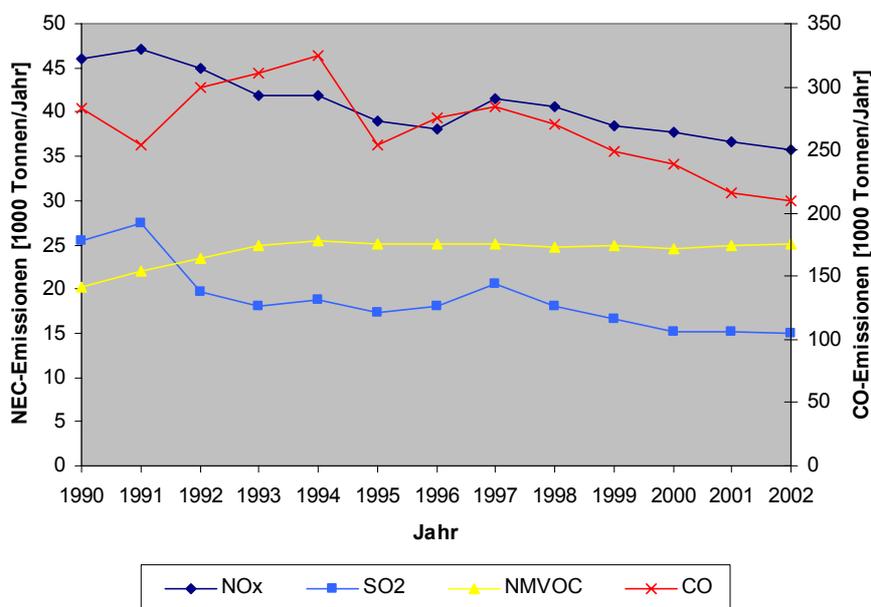


Abbildung 56: Emissionstrend der Ozonvorläufersubstanzen und SO₂ des Sektors Industrie 1990-2002

Trends und Ursachen

Mit Beginn der 80er Jahre bis zu den 90ern wurden die SO₂-Emissionen in der Industrie u.a. durch strenge Umweltauflagen stark gesenkt. Die weitere Reduktion ist hauptsächlich auf die Änderung des Brennstoffmixes zurückzuführen. Im Jahr 2002 lag das Emissionsniveau ca. 40% unter dem von 1990. Die Zunahme des Anteils des Sektors Industrie an den Gesamtemissionen (siehe Abbildung 54) liegt an dem verhältnismäßig stärker abnehmenden gesamtösterreichischen Emissionsniveau.

Die NO_x-Emissionen der Industrie konnten ebenfalls reduziert werden. Insbesondere Anfang der 90er Jahre kam es hier zu einer deutlichen Reduktion. Vor allem die Dünger- und Salpetersäureproduktion konnte ihre Emissionen durch Verfahrensumstellung reduzieren, aber auch die Papierindustrie und die Mineralverarbeitende Industrie trug durch Optimierung

der Verbrennungstechnik und den Einsatz von Katalysatoren zur Senkung der Emissionen bei. Von 1990 bis 2002 konnten so die NO_x -Emissionen der Industrie um 22% gesenkt werden.

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

Für die NMVOC-Emissionen der Industrie gibt es keine aktuelle Abschätzung. Der letzte Wert liegt für 1993 vor und wurde fortgeschrieben.

Sonstige Luftschadstoffe

Die Staub (TSP) Emissionen des Sektors Industrie sind seit 1990 um 12% gestiegen. Der Anstieg geht ausschließlich auf steigende Emissionen beim Schüttgutumschlag aufgrund der gestiegenen Produktion zurück. Die Emission der aus der Verbrennung resultierenden (pyrogenen) Staubemissionen ist seit 1990 konstant geblieben.

Die Emission von Schwermetallen ist bis Mitte der Neunziger Jahre stark gesunken. Hauptverantwortlich für den hohen Anteil des Sektors Industrie an den Schwermetallemissionen sind die Prozesse in der Stahl-, sowie der Zement- und Glaserzeugung.

Die folgende Abbildung zeigt den Trend der Schwermetall-, Dioxin- und HCB-Emissionen des Sektors Industrie bezogen auf die Emissionen im Jahr 1990:

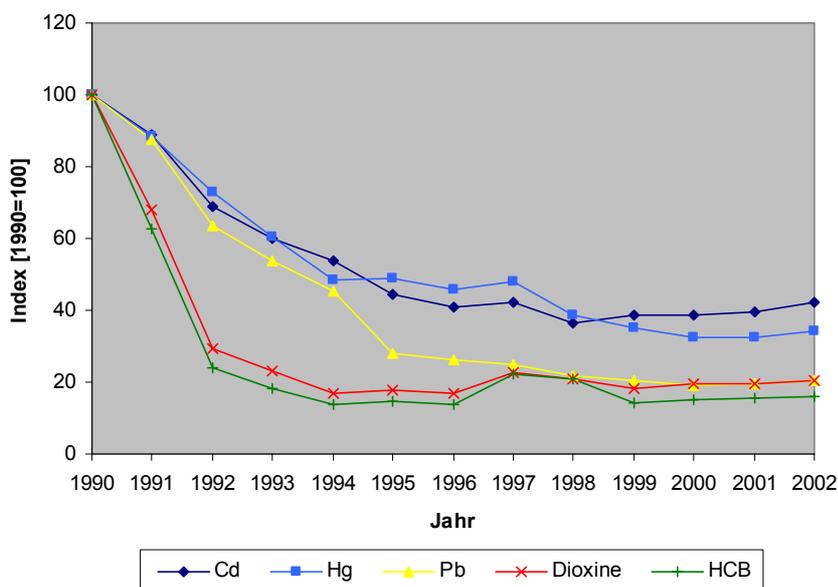


Abbildung 57: Trend der Schwermetall-, Dioxin- und HCB-Emissionen des Sektors Industrie 1990-2002

Trends und Ursachen

Die Cd-Emissionen des Sektors Industrie sind von 1990 bis 2002 um 58% aufgrund von Reduktionen in der Metallindustrie und Zementindustrie gesunken.

Die Reduktion der Bleiemissionen der Industrie um 80% von 1990 bis 2002 sind hauptsächlich auf Reduktionen der Emissionen der Eisen- und Stahlerzeugung zurückzuführen. Der Anstieg des Anteils an den österreichischen Gesamtemissionen (siehe

Abbildung 54) in den letzten Jahren ist durch den noch stärkeren Rückgang der Pb-Emissionen des Verkehrs erklärbar.

Quecksilberemissionen sind im betrachteten Zeitraum um 66% zurückgegangen, dies ist vor allem auf einen Rückgang der Chlorproduktion und eine 1998 vorgenommene Verfahrensumstellung bei der einzigen Anlage zur Herstellung von Chlor in Österreich zurückzuführen.

Der Anteil der Industrie an den Dioxinmissionen und der HCB-Emissionen ist stark gesunken. Maßgebliche Ursache dafür ist der große Rückgang der Emissionen durch Verfahrensumstellungen in der Sekundärkupferproduktion.

9.4.2 Industriesektoren

Der folgenden Abbildung ist der Anteil der einzelnen Industriesektoren an den Gesamtemissionen der Industrie für das Jahr 2002 zu entnehmen:

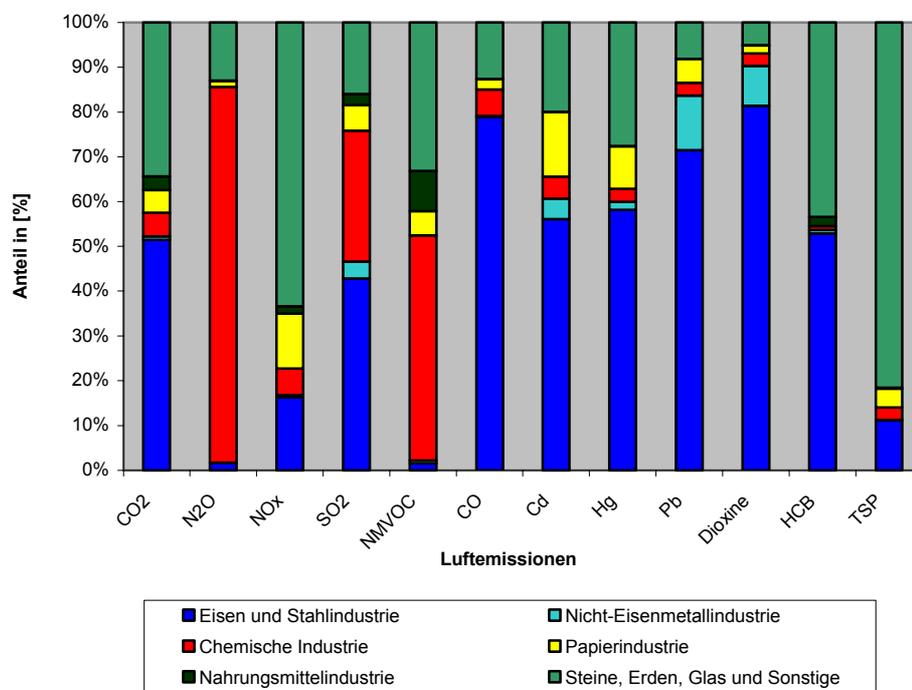


Abbildung 58: Anteil der Industriesektoren an den Gesamtemissionen des Sektors Industrie 2002

Die größten Verursacher von CO₂-Emissionen sind die Eisen- und Stahlindustrie (hier vor allem der Hochofenprozess) mit einem Anteil von über 50% sowie die mineralverarbeitende Industrie (Zement, Kalk, Ziegel, Glas, etc.) mit einem Anteil von etwa 35%.

Über 80% der N₂O-Emissionen werden von der Chemischen Industrie, und zwar bei der Salpetersäureproduktion, emittiert. Die Chemische Industrie ist außerdem für einen großen Anteil von SO₂ und über 50% der NMVOC-Emissionen verantwortlich.

NO_x- und Staubemissionen hingegen werden hauptsächlich von der mineralverarbeitenden Industrie emittiert.

Hauptverursacher für Schwermetallemissionen sind die Eisen- und Stahl-, sowie die Nicht-Eisenmetallindustrie. Im Vergleich zu der Situation 1990 sind hier die Anteile für Quecksilber

gestiegen, was auf die starke Reduktion der Quecksilberemissionen in der Chemischen Industrie (Chlorproduktion) zurückzuführen ist.

9.4.3 Pyrogene und prozessbedingte Emissionen

Die Emissionen der Industrie setzen sich aus folgenden zwei Anteilen zusammen:

- pyrogene Emissionen
- Prozessemissionen

Pyrogene Emissionen resultieren aus der Verfeuerung von Brennstoffen in Dampfkesseln, Prozessöfen und Generatoren zur Erzeugung von Prozesswärme, die für die industrielle Produktion benötigt wird, bzw. zur Erzeugung von Strom zur Deckung des Eigenstrombedarfs der Industrie.

Prozessemissionen sind zusätzliche Emissionen, die aufgrund der verfahrenstechnischen bzw. der stofflichen Gegebenheiten emittiert werden.

Typische Beispiele für verfahrenstechnisch bedingte Prozessemissionen sind Staubemissionen die beim Schüttgutumschlag entstehen, thermisches NO_x das bei der Glasproduktion aufgrund der hohen Temperaturen über der Glaswanne entsteht oder Lachgas, das als Nebenprodukt bei der Salpetersäureproduktion entsteht. Solche Emissionen können nicht durch primäre Maßnahmen wie Brennstoffswitch oder Erhöhung der Energieeffizienz verringert bzw. vermieden werden. Nur eine Prozessoptimierung bzw. sekundäre Maßnahmen wie der Einsatz von Katalysatoren können solche Emissionen reduzieren.

Vor allem in der mineralverarbeitenden Industrie kommt es zusätzlich aufgrund der stofflichen Gegebenheiten zu Emissionen. Beispiele dafür ist CO₂ das bei der Zement- und Kalkindustrie von carbonatischen Rohstoffen abgespalten wird oder Schwermetallemissionen in der Metallindustrie, die beim Fertigungsprozess aus den Rohmaterialien entweichen.

Bei Prozessen die sowohl pyrogene als auch verfahrenstechnisch bedingte Prozessemissionen des gleichen Schadstoffes emittieren, ist die exakte Trennung nicht immer möglich. In solchen Fällen wird die Gesamtmenge dem überwiegenden Entstehungsprozess zugeordnet.

Die folgende Abbildung zeigt für alle Schadstoffe, bei denen die Industrie mehr als 5% der österreichischen Gesamtemissionen emittiert, eine Auftrennung in pyrogene und prozessbedingte Anteile:

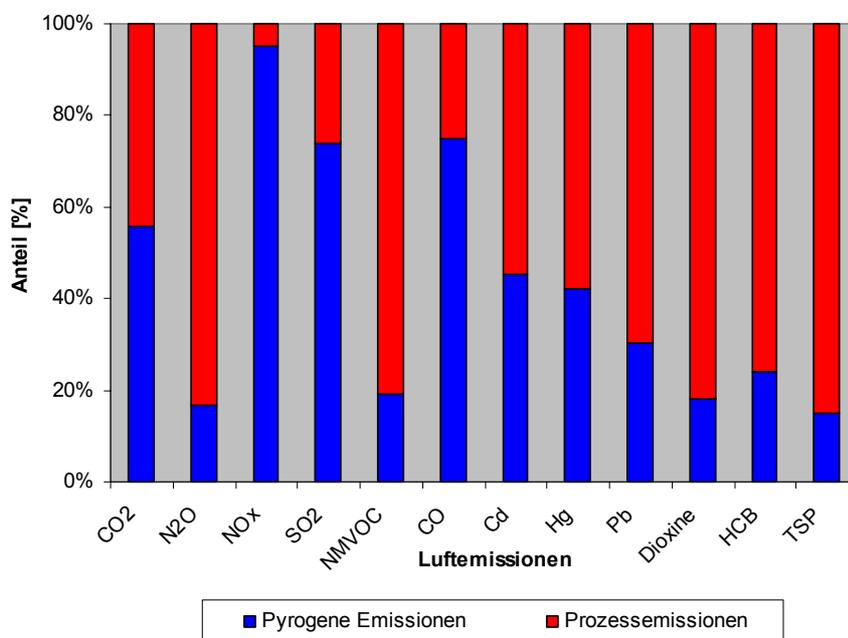


Abbildung 59: pyrogene und prozessbedingte Anteile der Emissionen des Sektors Industrie 1990-2002

Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass die Emissionen an N₂O, NMVOC, Dioxinen, HCB, Staub und auch Schwermetallen hauptsächlich prozessbedingt sind.

Die einzige verfahrensbedingte Emissionsquelle für Lachgas ist wie bereits erwähnt die Salpetersäureproduktion. Hauptverursacher für Schwermetalle, Dioxine und HCB sind Prozesse in der Metallindustrie.

Der große Anteil an Prozessemissionen bei Staub wiederum ist durch den Schüttgutumschlag in der mineralverarbeitenden Industrie, der Nahrungsmittelindustrie sowie der Bauindustrie bedingt.

Im Gegensatz zu den bereits genannten Schadstoffen sind NO_x-, SO₂- und CO-Emissionen überwiegend pyrogenen Ursprungs. SO₂-Emissionen sind durch den Schwefelgehalt des Brennstoffs bedingt und resultieren daher vor allem aus dem Einsatz von Kohle und Heizöl Schwer. Die Entstehung von NO_x und CO hingegen ist maßgeblich durch die herrschenden Verbrennungsbedingungen bestimmt, durch eine Optimierung dieser konnten in den letzten Jahren die Emissionen weiter reduziert werden (siehe Abbildung 56).

Bei CO₂ hingegen sind die Anteile ausgewogen. Quellen für prozessbedingtes CO₂ ist der Hochofenprozess, bei dem der eingesetzte Koks als Reduktionsmittel zur Erzeugung von Eisen aus Eisenerz wirkt, sowie die Mineralverarbeitende Industrie (vor allem Zement- und Kalkindustrie, aber auch Ziegel- und Glasproduktion, etc.).

In folgender Abbildung werden die überwiegend pyrogen bedingten industriellen Emissionen von NO_x , SO_2 , CO und CO_2 dem Gesamtbrennstoffeinsatz der Industrie gegenübergestellt:

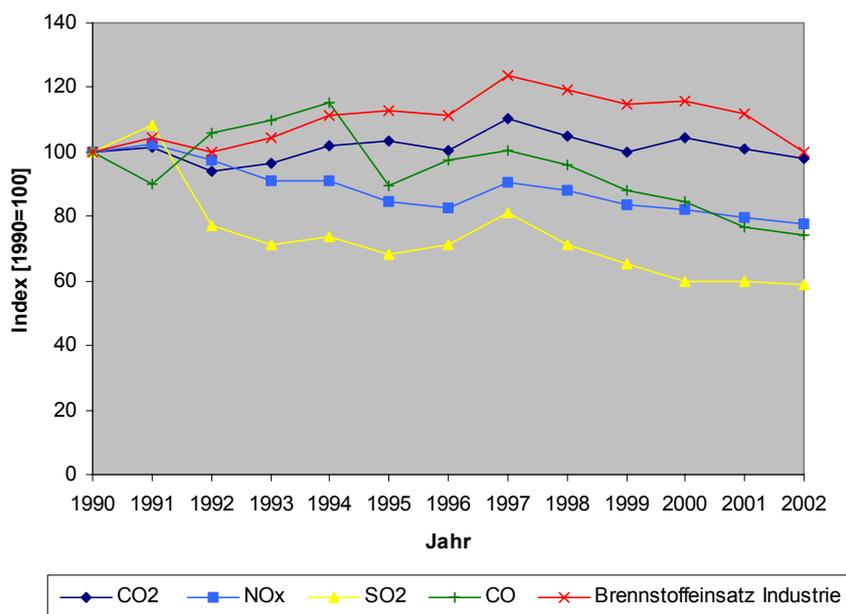


Abbildung 60: NO_x , SO_2 , CO sowie CO_2 -Emissionen des Sektors Industrie und Gesamtbrennstoffeinsatz der Industrie 1990 bis 2002

Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass vor allem zu Beginn der 90er Jahre die NO_x - und SO_2 -Emissionen sowie in geringerem Ausmaß und etwas verspätet auch die CO -Emissionen vom Brennstoffeinsatz entkoppelt wurden (sinkende Emissionen trotz gleichbleibenden oder steigendem Brennstoffeinsatz).

Die CO_2 -Emissionen hingegen folgen zwangsläufig dem Trend des Brennstoffeinsatzes. Kleinere Abweichungen können sich durch eine Änderung des Brennstoffmixes aufgrund unterschiedlicher CO_2 -Emissionsfaktoren der verschiedenen Brennstoffe ergeben. Auch der prozessbedingte Anteil der CO_2 -Emissionen ist nicht vom Brennstoffeinsatz entkoppelt: höherer Brennstoffeinsatz bedeutet mehr Produktion und somit höhere Prozessemissionen.

Abbildung 61 zeigt den Brennstoffeinsatz der Industrie nach Brennstoffen in gestaffelter Darstellung für die Jahre 1990 bis 2002. Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass sich bis zum Ende der 90er Jahre der Brennstoffmix weg von fossilen festen und flüssigen Energieträgern und hin zu Gas und Biomasse entwickelt hat.

Seit 2000 ist der Gesamtbrennstoffeinsatz um fast 14% zurückgegangen, in dieser Zeit wurde vor allem weniger Gas eingesetzt. Nur der Einsatz von Biomasse ist von 2000 bis 2002 weiter gestiegen. 2002 betrug der Anteil der Kohle 22%, Heizöl 19%, Erdgas 37%, Biomasse 21% und Industriemüll 1%.

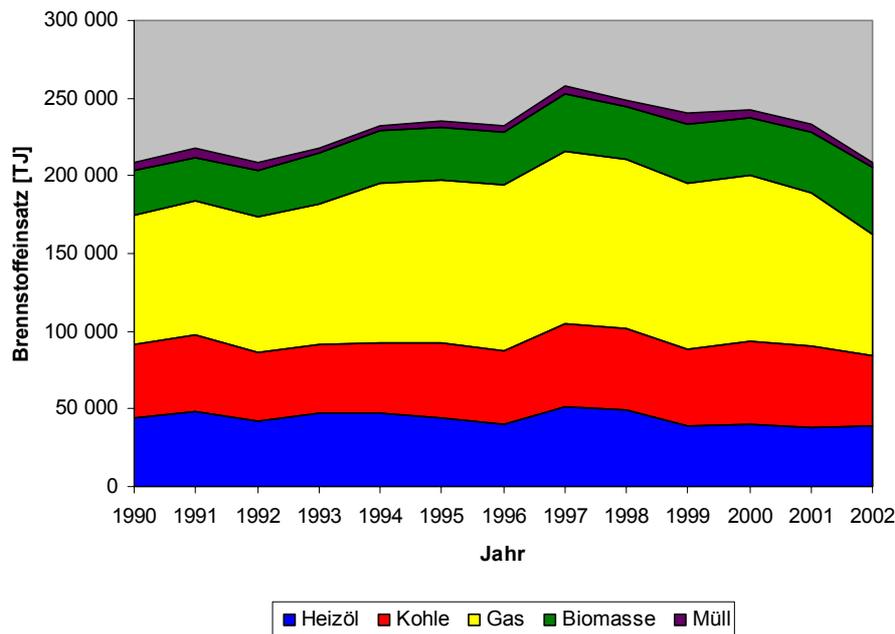


Abbildung 61: Trend des Einsatzes von Heizöl, Kohle, Gas, Biomasse und Müll des Sektors Industrie 1990-2002

Der Rückgang des Gesamtbrennstoffeinsatzes der Industrie lässt sich unter anderem mit dem Rückgang der industrie-eigenen Strom- und Wärmeproduktion infolge der Strommarktliberalisierung erklären. Dieser Entwicklung steht ein steigender Trend des Brennstoffeinsatzes im Energiesektor gegenüber.

9.4.4 Das Europäische Schadstoffemissionsregister (EPER)

Die Richtlinie 96/61/EG des Rates über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (englische Kurzbezeichnung: IPPC-Directive) legte die Grundlage zum Aufbau eines europaweiten, anlagenbezogenen Schadstoffemissionsregisters für Industrieanlagen (**E**uropean **P**ollutant **E**mission **R**egister, EPER).

Form und Inhalt dieses Europäischen Schadstoffemissionsregisters (EPER) wurden im Juli 2000 mit der Entscheidung 2000/479/EG der Europäischen Kommission festgelegt. In Österreich wurde diese Richtlinie mit der EPER-Verordnung (BGBl. II Nr.300/2002) umgesetzt.

Seit Februar 2004 können von der Öffentlichkeit die im Jahr 2003 von den Industriebetrieben gemeldeten Schadstoffemissionen auf der Homepage des Umweltbundesamtes (<http://www.umweltbundesamt.at/eper>) abgefragt werden.

Industriebetriebe melden Emissionen

Alle Betriebseinrichtungen, die eine oder mehrere der im Anhang der EPER-Verordnung erwähnten Tätigkeiten durchführen, sind zur Abgabe ihrer EPER-Emissionsmeldungen verpflichtet. Allerdings müssen nur die Emissionen jener Luft- und Wasserschadstoffe berichtet werden, deren Jahresfracht bestimmte Schwellenwerte überschreiten.

Zum ersten Mal mussten die Betreiber 2003 Daten im Rahmen EPER-Berichtspflicht melden – danach muss vorerst alle drei Jahre berichtet werden.

Die Europäische Kommission und das Umweltbundesamt veröffentlichen die gemeldeten Emissionen des EPER, einschließlich standortspezifischer Informationen über die Hauptemissionsquellen im Internet. Sowohl Öffentlichkeit als auch Industrie können die EPER-Daten zu einem Vergleich der Umweltleistungen einzelner Standorte oder Industriesektoren in unterschiedlichen Ländern nutzen. Durch diesen Vergleich soll das allgemeine Ziel der IPPC-Richtlinie nach Verminderung und Vermeidung von Umweltverschmutzung unterstützt werden.

Das nationale EPER-Register kann über die Homepage des Umweltbundesamts abgefragt werden (<http://www.umweltbundesamt.at/eper>). Das europäische Register, das alle europaweit gemeldeten EPER-Daten enthält, kann über die Homepage der Europäischen Kommission und der Europäischen Umweltagentur abgefragt werden (<http://www.eper.cec.eu.int/>).

Die Weiterentwicklung des EPER zu einem PRTR

Das Protokoll zur Aarhus-Konvention über ein „Pollutant Release and Transfer Register“ sieht die Einrichtung öffentlich zugänglicher Register vor, in denen Angaben über bestimmte, besonders umwelt- oder gesundheitsschädliche Schadstoffe enthalten sein werden.

Das EPER-Register wird in den nächsten Jahren auf Grund dieses Protokolls zu einem Pollutant Release and Transfer (PRTR-) Register weiterentwickelt werden.

Die Weiterentwicklung betrifft insbesondere den Umfang der zu meldenden Schadstoffe – während im EPER 50 Schadstoffemissionen berichtspflichtig sind, sind es im PRTR 88 und die Einbeziehung von „Transfers“ von Abfallmengen aus den Anlagen zu Deponierungs- und Verwertungszwecken. Die Berichtslegung wird im Rahmen des PRTR jährlich erfolgen, statt wie für das EPER vorgesehen alle drei Jahre. Zusätzlich zu den Angaben über anlagenspezifische Emissionen soll das PRTR-Register auch Informationen zu Emissionen aus diffusen Quellen, wie z.B. Verkehr und Landwirtschaft, enthalten.

9.5 Landwirtschaft

Der Landwirtschaft ist der überwiegende Anteil an NH_3 - und N_2O -Emissionen zuzuschreiben. Einen großen Beitrag liefern auch die landwirtschaftlichen Emissionen von CH_4 und Staub. Die PAH-Emissionen sind aufgrund des Verbotes der Strohverbrennung am Feld Ende der 80er Jahre (mit nur wenigen bewilligten Ausnahmen) wesentlich reduziert worden.

In folgender Abbildung ist der Anteil der Landwirtschaft an den österreichischen Gesamtemissionen für CH_4 , N_2O , NH_3 , TSP und PAH dargestellt:

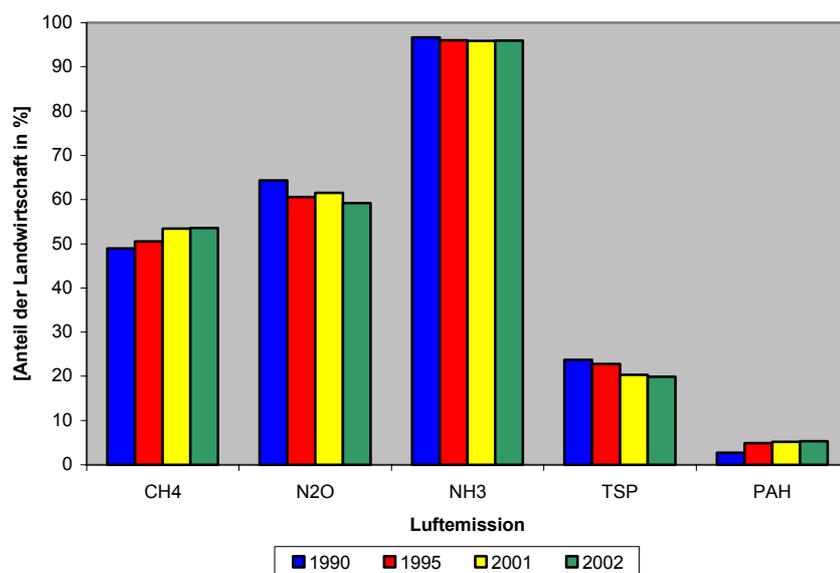


Abbildung 62: Anteil der Landwirtschaft an den Gesamtemissionen

Hauptschadstoffe

Im Jahr 2002 verursachte die Landwirtschaft 96% der NH_3 -Emissionen, 59% der N_2O -Emissionen, 54% der CH_4 -Emissionen, 20% der TSP-Emissionen und 5% der PAH-Emissionen.

In folgender Abbildung ist der Treibhausgas-Trend des Landwirtschaftssektors dargestellt. Dieser setzt sich aus Methan- und Lachgas-Emissionen zusammen.

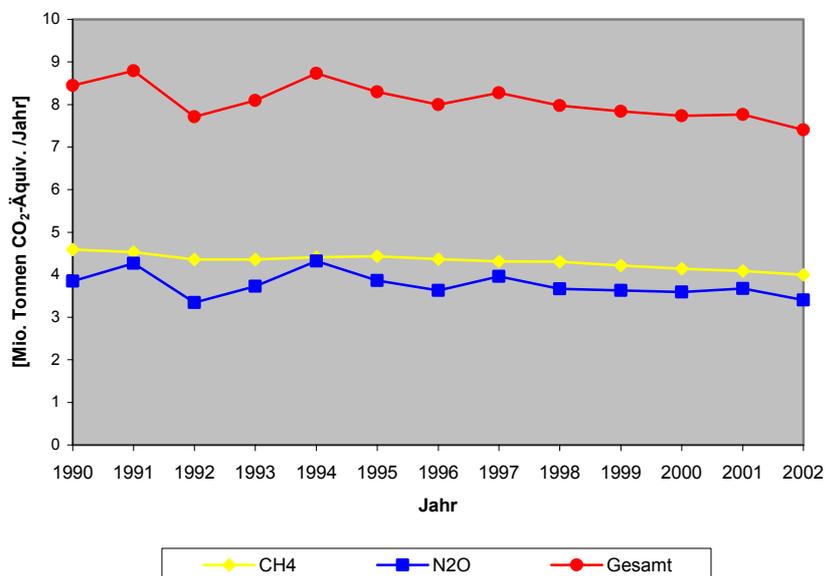


Abbildung 63: Treibhausgase des Landwirtschaftssektors 1990 bis 2002 (in CO₂-Äquivalenten)

Trend

Die Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft konnten im Zeitraum 1990 bis 2002 um insgesamt 12% verringert werden.

Korrelieren die Methanemissionen im wesentlichen mit den Viehbestandszahlen (insbesondere der Rinder), so prägt bei den N₂O-Emissionen der unterschiedlich hohe Düngemiteleinsetz (Mineral- und organischer Dünger) den Trendverlauf.

Ursachen

NH₃- und CH₄-Emissionen werden im wesentlichen durch die Viehhaltung verursacht, der überwiegende Teil der N₂O-Emissionen entsteht bei der Düngung landwirtschaftlicher Nutzflächen. Im Folgenden werden die wichtigsten Emissionsquellen näher beschrieben:

CH₄-Ausgasungen von Wiederkäuern (Rindermägen):

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

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

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

CH₄-Emissionen beim Gülle-Management:

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

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

Mittels Vergärung von Gülle/Jauche/Mist in landwirtschaftlichen Biogasanlagen (in Konvertern unter Luftabschluss) besteht jedoch die Möglichkeit, das bei der anaeroben Umsetzung der Exkremente gebildete Methan einer energetischen Verwertung (Erzeugung von Wärme und Strom) zuzuführen. Dadurch wird die Klimawirkung des Methans ausgeschaltet und zusätzlich fossil erzeugter Strom ersetzt. Derzeit werden in Österreich etwa 120 Biogasanlagen betrieben.

N₂O-Emissionen bei Düngung und Gülle-Management:

Die Lachgasemissionen der österreichischen Landwirtschaft entstehen zum überwiegenden Teil (zu etwa 80%) bei der Düngung landwirtschaftlicher Nutzflächen. Der Rest entgast beim Gülle-Management, wobei bei Festmistsystemen mehr N₂O-Emissionen als bei Flüssigmistsystemen 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.

NH₃-Emissionen bei Gülle-Management und Düngung:

Im Jahr 2002 emittierten 85% der landwirtschaftlichen NH₃-Emissionen beim Gülle-Management. Der Rest infolge der Düngung agrarischer Nutzflächen.

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

In folgender Abbildung ist die Entwicklung der NH_3 -Emissionen dargestellt:

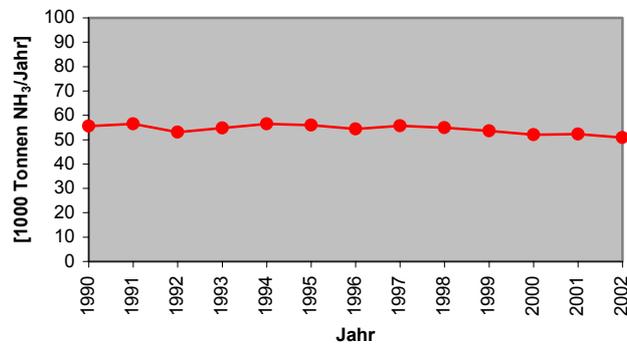


Abbildung 64: NH_3 -Emissionen des Landwirtschaftssektors 1990 bis 2002

Die NH_3 -Emissionen der Landwirtschaft haben leicht fallende Tendenz. Zwischen 1990 und 2002 sanken sie von 56.000 Tonnen auf 51.000 Tonnen um 8%. Diese Abnahme lässt sich auf die rückläufigen Viehbestandszahlen zurückführen.

9.6 Sonstige

Der Sektor Sonstige beinhaltet folgende Emissionsquellen:

- Lösemittelgebrauch (vorwiegend NMVOC)
- Abfallbehandlung (vorwiegend CH₄ aus Mülldeponien)

Bei Methan (CH₄) und den Kohlenwasserstoffen ohne Methan (NMVOC) verursacht dieser Sektor einen beachtlichen Teil der österreichischen Gesamtemissionen. Alle übrigen Emissionen der Sonstigen sind von untergeordneter Bedeutung und werden hier nicht näher behandelt.

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

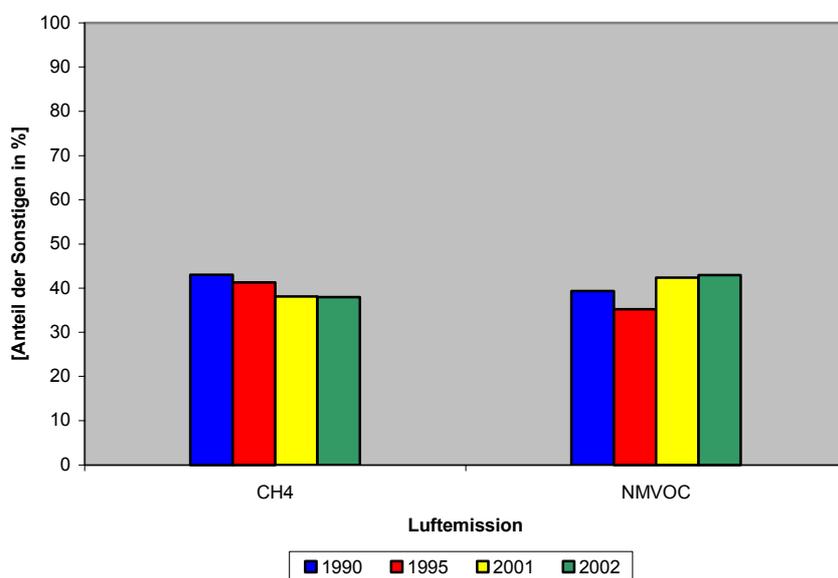


Abbildung 65: Anteil des Sektors Sonstige an den Gesamtemissionen

Hauptschadstoffe

Die Methanemissionen dieses Sektors werden in der Abfallbehandlung (ohne Müllverbrennung, vgl. Kapitel 2.3 Verursachereinteilung) verursacht.

Der überwiegende Teil davon entsteht bei Mülldeponien (89%), der Rest bei der Abwasser- und Klärschlammbehandlung sowie Kompostierung. Der Anteil dieses Sektors an den Gesamt-CH₄-Emissionen nahm von 43% im Jahr 1990 auf 38% 2002 ab.

Die NMVOC-Emissionen dieses Sektors entstehen beim Gebrauch von Lösemittel. Ihr Anteil an den Gesamt-NMVOC-Emissionen stieg von 39% 1990 auf 43% im Jahr 2002. Der relative Anstieg ist auf die massiveren NMVOC-Reduktionen des Verkehrssektors zurückzuführen.

In folgender Abbildung ist der CH₄- sowie der NMVOC-Trend des Sektors Sonstige dargestellt:

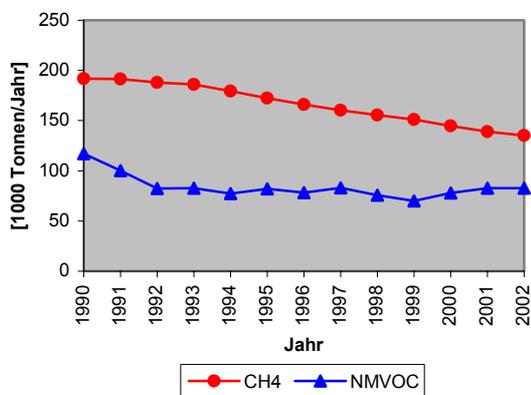


Abbildung 66: CH₄- und NMVOC-Trend des Sektors Sonstige 1990 bis 2002

Trends

Die gesamten CH₄-Emissionen aus Deponien konnten trotz ansteigender Abfallmengen auf Grund der steigenden Deponiegaserfassung und dem sinkenden organischen Anteil im deponierten Müll im Zeitraum 1990 bis 2002 um insgesamt 30% von 192.000 Tonnen auf 135.000 Tonnen reduziert werden (siehe auch Kapitel 3.5.2).

Die NMVOC-Emissionen aus dem Gebrauch von Lösemittel wurden im Zeitraum 1990 bis 2002 von 117.000 Tonnen auf 83.000 Tonnen um 29% reduziert (vgl. Kapitel 4.2).

Ursachen

Methan:

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 war 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 stabil.

Ein Grund für die sinkenden 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 Treibausgaseffekt 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 erheblich Reduktion der CH₄-Emissionen führte. [UMWELTBUNDESAMT, 2003c]

Ein weiterer Grund für die sinkenden Emissionen aus den Deponien ist der verbesserte Deponieerfassungsgrad: von den Deponien wird Deponiegas abgesaugt und anschließend verbrannt, verstromt usw. Diese abgesaugte Deponiegasmenge hat entsprechend einer

Erhebung des Umweltbundesamtes [UMWELTBUNDESAMT, 2004a] zugenommen und ist damit nicht unkontrolliert in die Umgebung emittiert.

NMVOG:

Vor allem die Verbote und Bestimmungen der folgenden Verordnungen haben zur Verringerung der NMVOC-Emissionen beigetragen:

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

10 ÖSTERREICHS EMISSIONEN IM INTERNATIONALEN VERGLEICH

In diesem Kapitel werden die anthropogenen Emissionen der Luftschadstoffe CO₂, CH₄, N₂O, SO₂, NO_x, NMVOC, NH₃ und CO der bisherigen EU-Mitgliedsstaaten (EU 15), ausgewählter neuer Mitgliedsstaaten und bestimmter Beitrittskandidatenländer mit jenen Österreichs verglichen. Nur Daten aus dem Jahr 2001 stehen zu Verfügung, weil die internationalen Emissionen für das Jahr 2001 erst im Laufe des Jahres 2004 veröffentlicht werden. In Anlehnung an den Europäischen Trendbericht (EEA 2003c) werden die neuen Mitgliedsländer und die Beitrittskandidatenländer als eigene Gruppe betrachtet. Sie werden hier zusammenfassend als Beitrittsländer bezeichnet, da dies dem Status des Jahres 2001 entspricht. Tabelle 4 zeigt die Emissionen der betrachteten Länder pro Einwohner. Generell kann gesagt werden, dass die Pro-Kopf-Emissionen Österreichs meist unter dem EU-Durchschnitt liegen. Bei SO₂ weist Österreich sogar die niedrigsten Pro-Kopf-Emissionen aller EU-Länder auf. Bei CH₄, CO und NMVOC liegen Österreichs Pro-Kopf-Emissionen hingegen über dem EU-Durchschnitt. Die durchschnittlichen Pro-Kopf-Emissionen der zehn Beitrittsländer sind vorwiegend unter dem EU-Durchschnitt.

Tabelle 4: Pro-Kopf-Emissionen von Luftschadstoffen der EU 15 und ausgewählter Beitrittsländer²⁵ für 2001

Länder	CO ₂ [Tonnen]	CH ₄ [kg]	N ₂ O [kg]	SO ₂ [kg]	NO _x [kg]	NMVOC [kg]	NH ₃ [kg]	CO [kg]
Belgien	12,3	47,7	3,7	17,6	29,6	24,2	8,4	100,1
Dänemark	10,1	49,8	5,3	4,7	37,7	23,0	19,1	109,5
Deutschland	10,6	29,1	2,4	7,9	19,3	19,5	7,4	58,3
Finnland	13,0	49,3	4,4	16,4	42,8	30,3	6,4	116,6
Frankreich	6,9	50,4	4,1	10,3	23,8	28,3	13,2	107,4
Griechenland	10,0	49,9	3,3	45,9	31,3	25,4	7,0	129,7
Großbritannien	9,3	36,8	2,3	18,8	28,1	22,4	4,9	62,6
Irland	12,0	154,9	8,7	32,6	34,1	22,5	31,8	72,4
Italien	8,0	30,1	2,5	12,3	22,8	25,4	7,7	90,3
Luxemburg	12,4	51,0	0,5	7,3	38,7	25,8	16,4	110,7
Niederlande	11,2	60,6	3,2	5,5	25,6	16,9	9,2	41,1
Österreich	8,6	53,8	2,4	4,6	24,8	28,9	6,7	107,1
Portugal	6,3	49,9	2,5	29,3	38,6	47,8	10,5	103,0
Schweden	6,2	31,3	3,1	6,8	28,2	34,1	6,0	90,8
Spanien	7,6	47,7	2,4	34,6	32,4	36,7	11,8	71,0
EU15	8,9	41,2	2,9	15,6	25,8	25,8	8,9	80,0
Bulgarien	6,1	61,1	7,7	106,9	20,7	36,5	6,9	65,9
Estland	12,5	68,7	0,9	67,2	27,6	24,4	6,6	129,8
Lettland	3,3	49,2	1,6	5,7	17,8	34,4	5,3	162,2
Litauen	3,8	50,8	3,2	14,0	15,8	20,3	14,4	65,8
Polen	8,2	47,8	2,0	40,4	20,8	22,6	8,0	91,4
Rumänien	5,0	61,4	1,1	41,2	14,4	28,8	10,0	105,1
Slowakei	7,8	40,1	2,0	24,0	19,7	16,7	5,3	53,4
Slowenien	8,1	56,6	2,7	48,2	29,1	20,1	9,5	34,1
Tschechien	12,5	48,5	2,6	24,5	32,4	21,5	7,5	63,4
Ungarn	5,8	54,3	4,0	39,3	18,2	16,3	6,5	58,1
BL	7,3	52,6	2,5	41,9	20,3	24,1	8,2	84,5

Quelle: Für CO₂, CH₄ und N₂O: EEA (2003a); für SO₂, NO_x, NMVOC, NH₃ und CO: EEA (2003b) und EMEP
Bevölkerungszahlen stammen von Eurostat (New Cronos, Stand 16.4.2004)

²⁵ umfasst ausgewählte neue EU-Mitgliedsländer sowie die Beitrittskandidatenländer Bulgarien und Rumänien

10.1 Treibhausgase

10.1.1 Kohlendioxid (CO₂)

CO₂ ist das wichtigste Treibhausgas und entsteht primär bei der Verbrennung von fossilen Energieträgern. Die wichtigsten Quellen der CO₂-Emissionen auf EU-Ebene sind die Strom- und Wärmeproduktion (33%), der Verkehr (25%), die Kleinverbraucher (20%) und die energiebedingten Emissionen in der Industrie (17%). Stark steigende Tendenz weisen insbesondere die CO₂-Emissionen aus dem Verkehr auf (+20% zwischen 1990 und 2001)²⁶.

In der EU 15 lagen die CO₂-Emissionen im Jahr 2001 über dem Niveau von 1990 (2%). Dies ist darauf zurückzuführen, dass es mehr Emissionen aus dem Verkehr und Kleinverbrauch gibt. Reduktionen in den CO₂-Emissionen gab es in der EU besonders zwischen 1991 und 1995 als die beiden größten Emittentenländern (Deutschland und Großbritannien) Emissionsreduktionen erzielten. In Deutschland sanken die CO₂-Emissionen hauptsächlich in den frühen 90er Jahren aufgrund von Effizienzsteigerungen in den Wärmekraftwerken und der wirtschaftlichen Umstrukturierung in den fünf neuen Bundesländern. In Großbritannien gingen die CO₂-Emissionen nach der Liberalisierung des Strommarktes signifikant zurück, weil die Kraftwerksbetreiber zunehmend von Kohle auf Gas umgestiegen sind.

In folgender Abbildung sind die CO₂-Emissionen pro Kopf für die EU 15 sowie für die Beitrittsländer dargestellt:

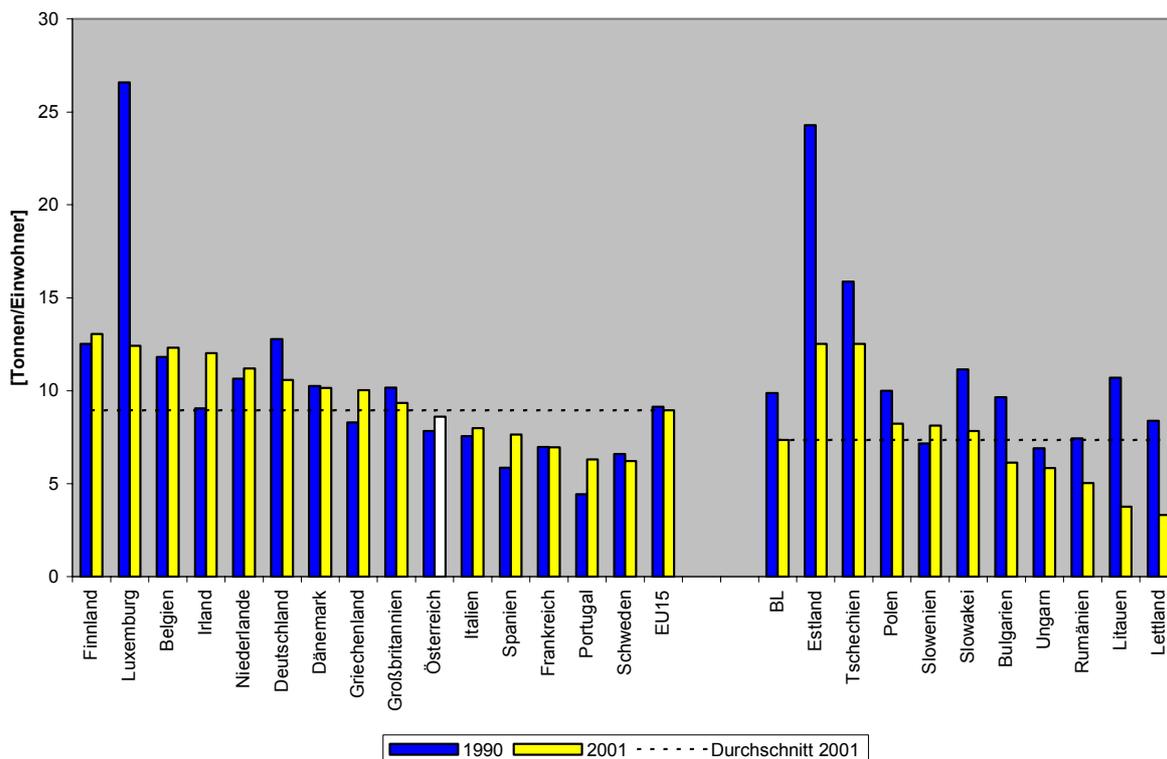


Abbildung 67: CO₂-Pro-Kopf-Emissionen 1990/2001

²⁶ Detailliertere Analysen zu Quellen und Ursachen der Treibhausgasemissionen in der EU und den einzelnen Mitgliedsstaaten finden sich in EEA (2003c).

Österreichs CO₂-Emissionen pro Kopf liegen leicht unter dem EU 15 Durchschnitt (Abbildung 67). Zuwächse der Pro-Kopf-Emissionen verzeichneten die Kohäsionsstaaten Griechenland, Irland, Portugal und Spanien, wo sich der wirtschaftliche Aufschwung und die relativ niedrige Ausgangsbasis bemerkbar machten. Zuwächse gab es auch in Finnland, Belgien, Niederlande und Italien. Die niedrigen Pro-Kopf-Emissionen von Schweden und Frankreich sind zum Teil auf den hohen Wasserkraft- bzw. Atomstromanteil zurückzuführen. Luxemburg reduzierte die CO₂-Emissionen hauptsächlich durch höhere Stromimporte und durch reduzierten Koksverbrauch in der Stahlindustrie aufgrund der Umstellung auf Lichtbogenöfen.

Die durchschnittlichen Pro-Kopf-Emissionen der Beitrittsländer liegen etwas unter dem EU-Durchschnitt. Alle Beitrittsländer mit Ausnahme von Slowenien reduzierten ihre CO₂-Emissionen zum Teil erheblich. Die wichtigsten Gründe für die Emissionsreduktionen waren der wirtschaftliche Einbruch, die Umstrukturierung der Wirtschaft und Effizienzsteigerungen nach dem Fall des eisernen Vorhangs.

10.1.2 Methan (CH₄)

Die größten Quellen für CH₄-Emissionen in der EU 15 sind die Landwirtschaft (55%), hauptsächlich die enterische Fermentation bei Wiederkäuern (Pansengärung), die Abfallentsorgung (28%), überwiegend die Mülldeponierung, und flüchtige Emissionen im Kohlebergbau und im Gasverteilungssystem (13%).

Die CH₄-Emissionen gingen in der EU von 1990 bis 2001 um 21% zurück. Die wesentlichen Ursachen für diesen Rückgang waren sinkende Emissionen von Mülldeponien (aufgrund von geringerer deponierter Menge und/oder vermehrter energetischer Nutzung von Deponiegas), der Rückgang des Kohlebergbaus und sinkende Rinderzahlen.

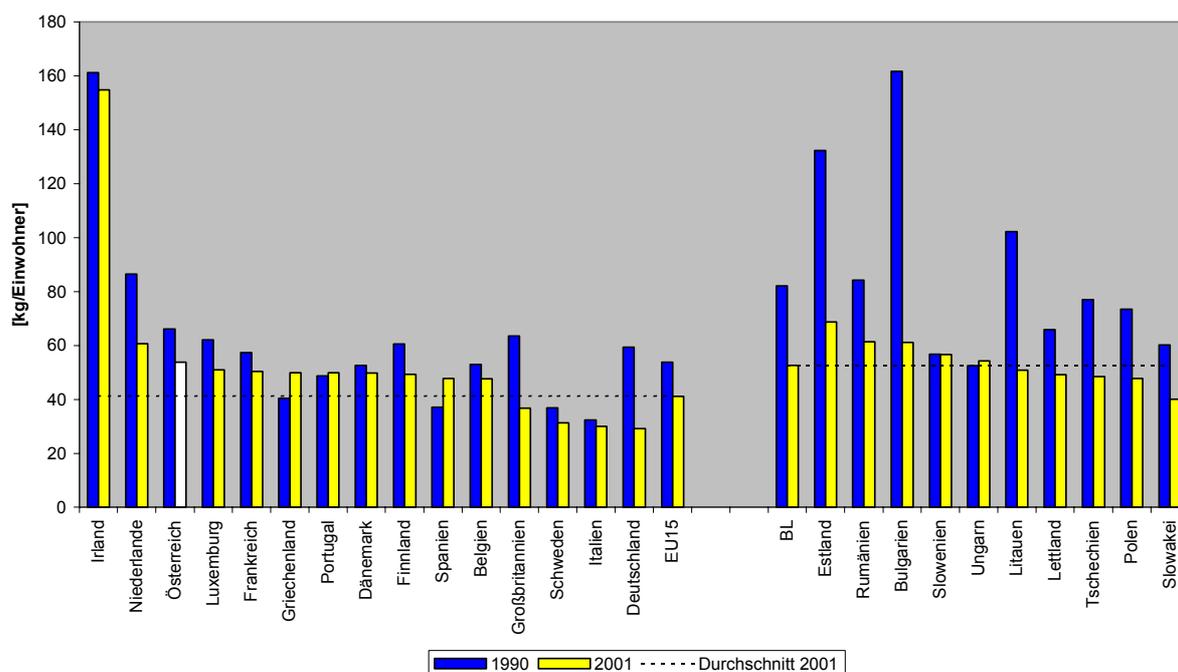


Abbildung 68: CH₄-Pro-Kopf-Emissionen 1990/2001

Mit wenigen Ausnahmen (Griechenland, Portugal, Spanien) haben alle EU 15 Länder ihre CH₄-Emissionen pro Kopf reduziert (Abbildung 68). Die hohen Pro-Kopf-Emissionen von Irland sind u.a. Resultat der hohen Anzahl von Rindern und Schafen pro Einwohner. Die starken Reduktionen in Deutschland und Großbritannien sind im wesentlichen auf den Rückgang des Kohlebergbaus und Emissionsreduktionen aus den Mülldeponien in diesen Staaten zurückzuführen.

Die durchschnittlichen Pro-Kopf-Emissionen der Beitrittsländer liegen etwas über dem EU 15 Durchschnitt. Ungarn hatte als einziges Beitrittsland 2001 höhere Pro-Kopf-Emissionen als 1990. Alle andere Beitrittsländer mit Ausnahme von Slowenien haben ihre Pro-Kopf-Emissionen deutlich reduziert.

10.1.3 Lachgas (N₂O)

Die wichtigsten Quellen von Lachgas in der EU 15 sind die Landwirtschaft (65%), wo N₂O-Emissionen insbesondere durch den Einsatz von Düngemitteln entstehen, industrielle Prozesse in der chemischen Industrie (15%) und der Verkehr (8%). Die Verkehrsemissionen zeigen aufgrund des vermehrten Einsatzes des Katalysators in benzinbetriebenen PKW einen stark steigenden Trend in den EU-Staaten. Generell ist ein internationaler Vergleich nur eingeschränkt möglich, da eine Reihe methodologischer Unsicherheiten bei der Berechnung von N₂O-Emissionen aus der Landwirtschaft bestehen und die Staaten unterschiedliche Methoden verwenden.

In folgender Abbildung sind die N₂O-Emissionen pro Kopf für die EU 15 sowie für die Beitrittsländer dargestellt:

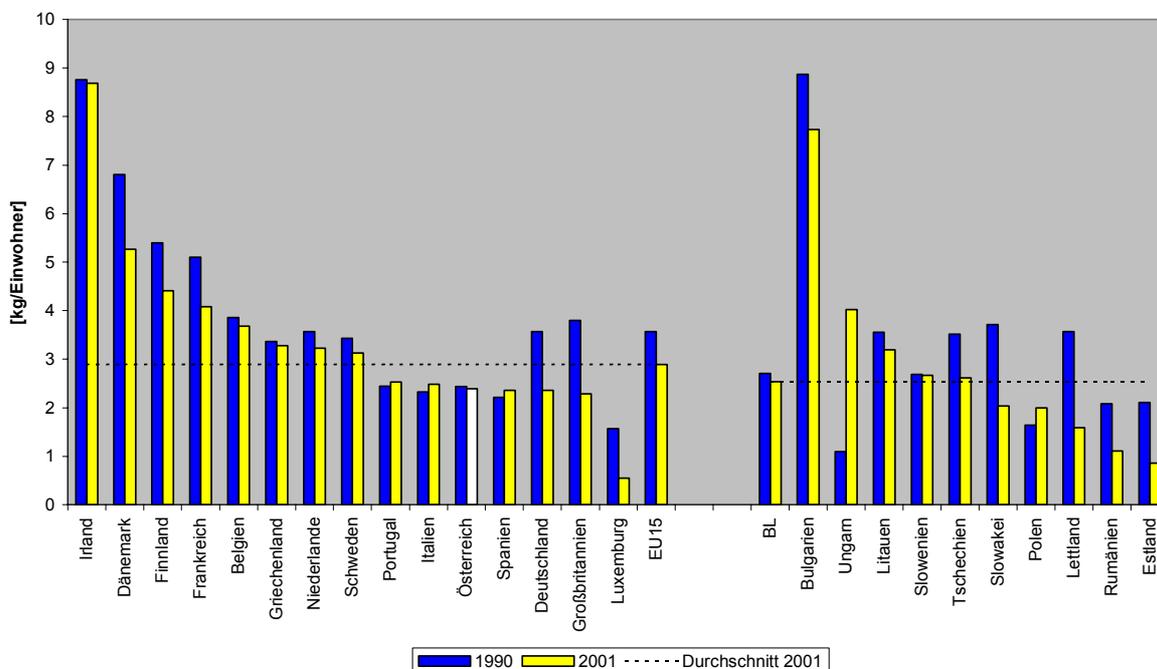


Abbildung 69: N₂O-Pro-Kopf-Emissionen 1990/2001

Zwischen 1990 und 2001 gingen die N₂O-Emissionen EU 15 weit um 16% zurück. Hauptgrund dafür waren Emissionsminderungsmaßnahmen in der Adipinsäureproduktion in Deutschland, Frankreich und Großbritannien.

Österreich weist im internationalen Vergleich niedrige Pro-Kopf-Emissionen von N₂O auf, was sicherlich zum Teil auf die relativ extensiv betriebene Landwirtschaft zurückzuführen ist (Abbildung 69). Die beiden EU-Länder mit den höchsten Nutztierzahlen (Irland und Dänemark) haben auch die höchsten Pro-Kopf-Emissionen in der EU. Deutlich erkennbar sind auch die Emissionsreduktionen in Deutschland, Frankreich und Großbritannien, die zu einem wesentlichen Teil in der Adipinsäureproduktion erfolgten.

Die durchschnittlichen Pro-Kopf-Emissionen der Beitrittsländer liegen leicht unter dem EU-Durchschnitt. Die meisten Länder reduzierten ihre Pro-Kopf-Emissionen, der starke Anstieg von Ungarn ist auf eine inkonsistente Zeitreihe zurückzuführen.

10.1.4 Das Kyoto-Ziel

Tabelle 5 zeigt die Treibhausgasemissionen der EU 15 und der Beitrittsländer in Relation zu den Kyoto-Zielen. Österreich hat nach Luxemburg, Dänemark und Deutschland das ambitionierteste Reduktionsziel (-13%). Zusammen mit einer Steigerung der Treibhausgasemissionen um 10% seit 1990 ergibt sich ein Reduktionsbedarf von -21% bis 2010 auf Basis 2001. Dies ist mit Dänemark der höchste Wert²⁷. Weitere EU-Staaten mit beträchtlichem Reduktionsbedarf sind Belgien, Irland, Italien, Niederlande und Spanien. Die EU als ganzes muss ihre Treibhausgasemissionen um zumindest weitere 6% reduzieren, um das Kyoto-Ziel zu erreichen.

Von den Beitrittsländern hat nur Slowenien einen zusätzlichen Emissionsminderungsbedarf.

²⁷ Die notwendige Reduktion für Dänemark (-21 %) muss insofern relativiert werden, als die Dänischen Treibhausgasemissionen von Jahr zu Jahr stark schwanken. Dänemarks Treibhausgasemissionen sind nämlich stark abhängig von den Stromexporten in die skandinavischen Länder. In Jahren mit geringer Stromaufbringung aus Wasserkraft in Norwegen und Schweden exportiert Dänemark Strom aus kalorischen Kraftwerken. In Jahren mit hoher Stromproduktion aus Wasserkraft importiert Dänemark Strom aus den skandinavischen Ländern. Deshalb schwanken auch die notwendigen Reduktionen.

Tabelle 5: Treibhausgasemissionen der EU 15 und ausgewählter Beitrittsländer²⁸ in Relation zu den Kyoto-Zielen

Länder	Emissionen Basisjahr	Emissionen 2001	Ziel 2010	Differenz 1990-2001	Differenz 1990-Ziel 2010	Notwendige Reduktion 2001-2010
	[Tg]	[Tg]	[Tg]	[%]	[%]	[%]
Belgien	141,2	150,2	131	6%	-7,5%	-13%
Dänemark	69,5	69,4	55	0%	-21%	-21%
Deutschland	1216,2	993,5	961	-18%	-21%	-3%
Finnland	77,2	80,9	77	5%	0%	-5%
Frankreich	558,4	560,8	558	0%	0%	0%
Griechenland	107,0	132,2	134	24%	25%	1%
Großbritannien	747,2	657,2	654	-12%	-12,5%	-1%
Irland	53,4	70,0	60	31%	13%	-14%
Italien	509,3	545,4	476	7%	-6,5%	-13%
Luxemburg	10,9	6,1	8	-44%	-28%	29%
Niederlande	211,1	219,7	198	4%	-6%	-10%
Österreich	78,3	85,9	68	10%	-13%	-21%
Portugal	61,4	83,8	78	36%	27%	-7%
Schweden	72,9	70,5	76	-3%	4%	8%
Spanien	289,9	382,8	333	32%	15%	-13%
EU15	4204,0	4108,3	3868	-2%	-8%	-6%
Bulgarien	157,7	77,7	145	-51%	-8%	87%
Estland	43,5	19,4	40	-55%	-8%	106%
Lettland	29,0	11,4	27	-61%	-8%	135%
Litauen	51,5	20,2	47	-61%	-8%	134%
Polen	565,3	382,8	531	-32%	-6%	39%
Rumänien	264,8	148,3	244	-44%	-8%	64%
Slowakei	72,2	50,1	66	-31%	-8%	32%
Slowenien	19,9	20,2	18	1%	-8%	-9%
Tschechien	192,1	148,0	177	-23%	-8%	19%
Ungarn	102,6	84,3	96	-18%	-6%	14%
BL	1498,7	962,4	1392	-36%	-7,1%	45%

Anmerkungen: Die Treibhausgasemissionen umfassen für die EU-Staaten alle sechs im Kyoto-Protokoll erfassten Gase (CO₂, CH₄, N₂O, H-FKW, P-FKW und SF₆) ohne Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft. Für die Beitrittsländer werden nur die drei Gase CO₂, CH₄ und N₂O berücksichtigt. Für die EU-Staaten (EU-15; ohne neue Mitgliedsländer) sind die Ziele des sogenannten „burden sharing agreement“ angeführt, die in der Ratsentscheidung vom 25. April 2002 über die Ratifikation des Kyoto-Protokolls angeführt sind²⁹. Es ist zu beachten, dass es sich auch bei den Zahlen für Österreich um Werte handelt, die 2002 zur Verfügung standen. Sie können von den Zahlen im übrigen Bericht abweichen, da es 2003 zur Aktualisierung der gesamten Zeitreihe gekommen ist.

Quelle: EEA (2003a)

²⁸ umfasst ausgewählte neue EU-Mitgliedsländer sowie die Beitrittskandidatenländer Bulgarien und Rumänien

²⁹ Entscheidung des Rates vom 25. April 2002 über die Genehmigung des Protokolls von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen im Namen der Europäischen Gemeinschaft sowie die gemeinsame Erfüllung der daraus erwachsenden Verpflichtungen; Abl. L130/1 vom 15.5.2002

10.2 Schwefeldioxid (SO₂)

Die wichtigste Quelle der SO₂-Emissionen in der EU 15 ist mit 62% die Strom- und Wärmeproduktion in kalorischen Kraftwerken, gefolgt von der Industrie (19%) und dem Verkehr (5%).

Die SO₂-Emissionen sanken in der EU 15 zwischen 1990 und 2001 um 67%. Die massiven Emissionsreduktionen seit 1990 gehen im wesentlichen auf den Umstieg auf schwefelärmere Brennstoffe (z.B. Kohle auf Gas), den Bau neuer, effizienterer Kraftwerke und den Einsatz von Abgas-Entschwefelungsanlagen zurück.

Abbildung 70 zeigt, dass Österreich die niedrigsten SO₂-Emissionen pro Einwohner in der EU 15 hat. 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. Österreich lag schon 1990 an der Spitze der Pro-Kopf Werte und konnte die SO₂-Emissionen in den 90er Jahren noch einmal halbieren.

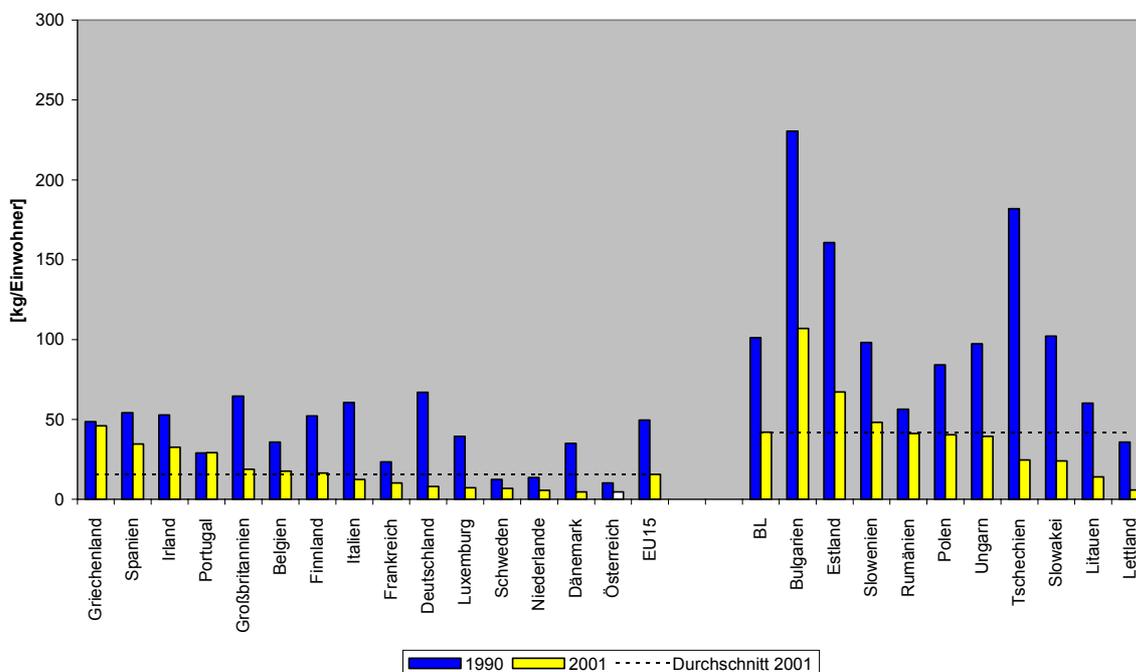


Abbildung 70: SO₂-Pro-Kopf-Emissionen 1990/2001

In allen EU-Staaten (EU 15) mit Ausnahme von Portugal gelangen Reduktionen der Pro-Kopf-Emissionen in den 90er Jahren. Ein Grund für die hohen Pro-Kopf Emissionen bzw. deren Steigerung in Portugal ist der hohe Anteil von Kohle in der Stromproduktion. Die starken Reduktionen in Großbritannien sind zu einem Großteil auf den Umstieg von Kohle auf Gas in der Stromproduktion zurückzuführen. In Deutschland war die Wiedervereinigung und die damit verbundene Umstrukturierung und Effizienzsteigerung in der Stromproduktion und der Industrie ein wesentlicher Grund für die Emissionsreduktionen.

Auffallend ist auch der starke Rückgang der SO₂-Emissionen in den Beitrittsländern. Spitzenreiter ist die Tschechische Republik, wo die Pro-Kopf-Emissionen 2001 nur mehr ca. ein Siebtel des Wertes von 1990 ausmachten. Auch hier sind die wirtschaftlichen Umstrukturierungen nach dem Fall des Eisernen Vorhangs und Effizienzsteigerungen in der

Stromproduktion wesentliche Ursachen. Trotzdem liegen die Pro-Kopf-Emissionen der Beitrittsländer noch deutlich über dem Durchschnitt der EU 15.

SO₂-Ziel 2010

Tabelle 6 zeigt die SO₂-Emissionen der EU 15 und der Beitrittsländer in Relation zu den Zielen der NEC-Richtlinie (EU 15) und des Göteborg-Protokolls (Beitrittsländer). Die meisten Staaten haben hohe Reduktionsverpflichtungen, lediglich Griechenland kann seine SO₂-Emissionen zwischen 1990 und 2010 erhöhen. Österreich liegt mit einer Reduktionsverpflichtung von -57% unter dem EU-Durchschnitt (-77%). Nach Emissionsminderungen von 53% zwischen 1990 und 2001 bleibt für Österreich ein Reduktionsbedarf von -6% bis 2010 auf Basis 2001.

Trotz der bereits erfolgten starken Emissionsreduktionen in der EU sind weitere Emissionsminderungen erforderlich. Die EU 15 hat einen 35%igen Reduktionsbedarf auf Basis 2001. Sechs EU-Staaten müssen ihre Emissionen zwischen 2001 und 2010 um mehr als 40% reduzieren (Belgien, Großbritannien, Italien, Niederlande, Portugal und Spanien). Fünf Staaten lagen im Jahr 2001 unter dem Ziel 2010 (Dänemark, Finnland, Griechenland, Luxemburg und Schweden).

Von den Beitrittsländern liegen die Baltischen Staaten weit unter ihrem Ziel, während Slowenien noch großen Reduktionsbedarf hat.

Tabelle 6: SO₂-Emissionen der EU 15 und ausgewählter Beitrittsländer³⁰ in Relation zu den landesspezifischen Zielen

Länder	Emissionen 1990	Emissionen 2001	Ziel 2010	Differenz 1990-2001	Differenz 1990-Ziel 2010	Notwendige Reduktion 2001-2010
	[Gg]	[Gg]	[Gg]	[%]	[%]	[%]
Belgien	357	181	99	-49%	-72%	-45%
Dänemark	180	25	55	-86%	-70%	117%
Deutschland	5322	650	520	-88%	-90%	-20%
Finnland	260	85	110	-67%	-58%	29%
Frankreich	1323	610	375	-54%	-72%	-39%
Griechenland	493	485	523	-2%	9%	8%
Großbritannien	3719	1125	585	-70%	-84%	-48%
Irland	186	126	42	-32%	-77%	-67%
Italien	3440	709	475	-79%	-71%	-33%
Luxemburg	15	3	4	-79%	-73%	25%
Niederlande	202	89	50	-56%	-75%	-44%
Österreich	79	37	39	-53%	-57%	6%
Portugal	288	301	160	5%	-56%	-47%
Schweden	106	60	67	-43%	-40%	11%
Spanien	2102	1394	746	-34%	-66%	-47%
EU15	18072	5881	3 850	-67%	-77%	-35%
Bulgarien	2010	846	856	-58%	-57%	1%
Estland	252	92	-	-64%	-	-
Lettland	95	13	107	-86%	-10%	699%
Litauen	222	49	145	-78%	-35%	197%
Polen	3210	1560	1 397	-51%	-56%	-10%
Rumänien	1310	912	918	-30%	-30%	1%
Slowakei	542	129	110	-76%	-80%	-15%
Slowenien	196	96	27	-51%	-86%	-72%
Tschechien	1880	251	283	-87%	-85%	13%
Ungarn	1010	400	550	-60%	-46%	38%
BL	10727	4348	4 393	-59%	-59%	1%

Anmerkungen: Für die EU-Staaten wurden die Ziele der EU-Richtlinie 2001/81/EG über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe (NEC-Richtlinie) verwendet, für die Beitrittsländer wurden jene des Göteborg-Protokolls herangezogen. Es ist zu beachten, dass es sich auch bei den Zahlen für Österreich um Werte handelt, die 2003 zur Verfügung standen. Sie können von den Zahlen im übrigen Bericht abweichen, da es 2004 zur Aktualisierung der gesamten Zeitreihe gekommen ist.

Quelle: EEA (2003b) und EMEP

10.3 Stickoxide (NO_x)

Hauptverursacher von NO_x-Emissionen in der EU 15 ist der Verkehr mit rund 53%, gefolgt von der Stromproduktion (18%), dem Kleinverbrauch (13%) und der Industrie (13%).

Die NO_x-Emissionen gingen in der EU 15 seit 1990 um 26% zurück. Dies ist hauptsächlich auf die Einführung des Katalysators zurückzuführen, aber auch auf den Einsatz von Entstickungsanlagen und die Einführung der GuD-Anlagen in der Stromproduktion und in der Industrie. Allerdings hat das steigende Verkehrsvolumen die technischen Emissionsminderungen teilweise kompensiert.

Österreich hat nach Deutschland, Italien und Frankreich die niedrigsten Pro-Kopf-Emissionen in der EU 15. Gründe hierfür sind der Einsatz von Entstickungsanlagen in der

³⁰ umfasst ausgewählte neue EU-Mitgliedsländer sowie die Beitrittskandidatenländer Bulgarien und Rumänien

Stromproduktion und in der Industrie und ein vergleichsweise hoher Anteil von Katalysator-Fahrzeugen. Abbildung 71 zeigt, dass die Pro-Kopf-Emissionen in fast allen Staaten zwischen 1990 und 2001 zurückgingen, allerdings ist der Rückgang bei weitem nicht so ausgeprägt wie bei SO₂. Als einzige Staaten wiesen Irland, Portugal, Griechenland und Spanien Zuwächse der NO_x-Pro-Kopf-Emissionen auf. Dies ist unter anderem auf den wirtschaftlichen Aufholprozess dieser Länder und den damit verbunden starken Anstieg des Straßenverkehrs zurückzuführen.

Auch die Beitrittsländer erzielten zum Teil beträchtliche Emissionsminderungen. Die durchschnittlichen Pro-Kopf-Emissionen der Beitrittsländer lagen im Jahr 2001 etwas unter dem EU 15 Durchschnitt.

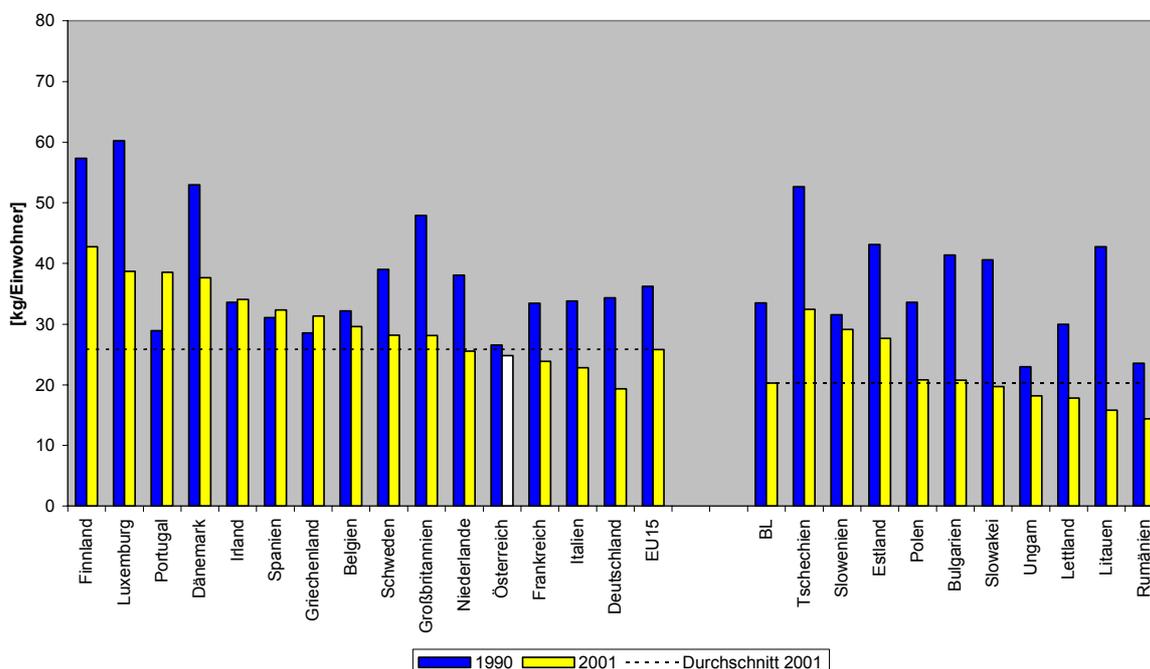


Abbildung 71: NO_x-Pro-Kopf-Emissionen 1990/2001

NO_x-Ziel 2010

Tabelle 7 zeigt die NO_x-Emissionen der EU 15 und der Beitrittsländer in Relation zu den Zielen der NEC-Richtlinie (EU 15) und des Göteborg-Protokolls (Beitrittsländer). Alle Staaten haben Reduktionsverpflichtungen, lediglich Griechenland kann seine NO_x-Emissionen zwischen 1990 und 2010 erhöhen. Österreich hat mit -49% eine Reduktionsverpflichtung, die leicht unter dem EU 15 Durchschnitt liegt (-51%). Nach Emissionsminderungen von 2% zwischen 1990 und 2001 bleibt für Österreich noch ein beträchtlicher Reduktionsbedarf bis 2010 (-48% auf Basis 2001).

Auch alle anderen EU-Staaten (mit Ausnahme von Griechenland) müssen zum Teil noch beträchtliche Emissionsminderungen erzielen. Die EU 15 hat noch einen 33%igen Reduktionsbedarf auf Basis 2001.

Generell sind NO_x-Emissionsreduktionen schwieriger zu erreichen als SO₂-Reduktionen, wo eine relativ geringe Zahl von großen Anlagen für den Großteil der Emissionen verantwortlich ist. Außerdem bringt der Brennstoffwechsel von Kohle zu Gas nur geringere NO_x-

Reduktionen. Schließlich zeigt der Straßenverkehr als die wesentlichste Quelle der NO_x-Emissionen in fast allen Staaten steigende Tendenz.

Tabelle 7: NO_x-Emissionen der EU 15 und ausgewählter Beitrittsländer³¹ in Relation zu den landesspezifischen Zielen

Länder	Emissionen 1990	Emissionen 2001	Ziel 2010	Differenz 1990- 2001	Differenz 1990- Ziel 2010	Notwendige Reduktion 2001- 2010
	[Gg]	[Gg]	[Gg]	[%]	[%]	[%]
Belgien	321	304	176	-5%	-45%	-42%
Dänemark	272	202	127	-26%	-54%	-37%
Deutschland	2728	1592	1051	-42%	-61%	-34%
Finnland	286	222	170	-22%	-43%	-23%
Frankreich	1897	1411	810	-26%	-57%	-43%
Griechenland	290	331	344	14%	11%	4%
Großbritannien	2759	1680	1167	-39%	-58%	-31%
Irland	118	132	65	11%	-45%	-51%
Italien	1919	1317	990	-31%	-49%	-25%
Luxemburg	23	17	11	-26%	-52%	-36%
Niederlande	570	410	260	-28%	-55%	-37%
Österreich	204	199	103	-2%	-49%	-48%
Portugal	286	397	250	39%	-21%	-37%
Schweden	334	251	148	-25%	-58%	-41%
Spanien	1207	1303	847	8%	-34%	-35%
EU15	13213	9768	6519	-26%	-51%	-33%
Bulgarien	361	164	266	-55%	-26%	62%
Estland	68	38	-	-44%	-	-
Lettland	80	42	84	-48%	-9%	100%
Litauen	158	55	110	-65%	-30%	100%
Polen	1280	805	879	-37%	-31%	9%
Rumänien	546	319	437	-42%	-20%	37%
Slowakei	215	106	130	-51%	-40%	23%
Slowenien	63	58	45	-8%	-29%	-22%
Tschechien	544	332	286	-39%	-61%	-14%
Ungarn	238	185	198	-22%	-17%	7%
BL	3553	2104	2435	-41%	-35%	16%

Anmerkungen: Für die EU-Staaten wurden die Ziele der EU-Richtlinie 2001/81/EG über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe (NEC-Richtlinie) verwendet, für die Beitrittsländer wurden jene des Göteborg-Protokolls herangezogen. Es ist zu beachten, dass es sich auch bei den Zahlen für Österreich um Werte handelt, die 2003 zur Verfügung standen. Sie können von den Zahlen im übrigen Bericht abweichen, da es 2004 zur Aktualisierung der gesamten Zeitreihe gekommen ist.

Quelle: EEA (2003b) und EMEP

10.4 Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC)

Die wichtigsten NMVOC-Quellen auf EU 15 Ebene sind der Lösemittelverbrauch etwa in Farben, Lacken und Klebstoffen (36%), der Verkehr (29%) und der Kleinverbrauch (9%).

Die Umsetzung des VOC-Protokolls unter dem UNECE Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung und die VOC-Richtlinie der EU haben zu einer Reduktion der NMVOC-Emissionen beim Verbrauch von Lösemittel und in industriellen Prozessen geführt. Die Einführung des Katalysators hat zu NMVOC-Reduktionen im Verkehr beigetragen.

³¹ umfasst ausgewählte neue EU-Mitgliedsländer sowie die Beitrittskandidatenländer Bulgarien und Rumänien

In folgender Abbildung sind die NMVOC-Emissionen pro Kopf für die EU 15 sowie für die Beitrittsländer dargestellt:

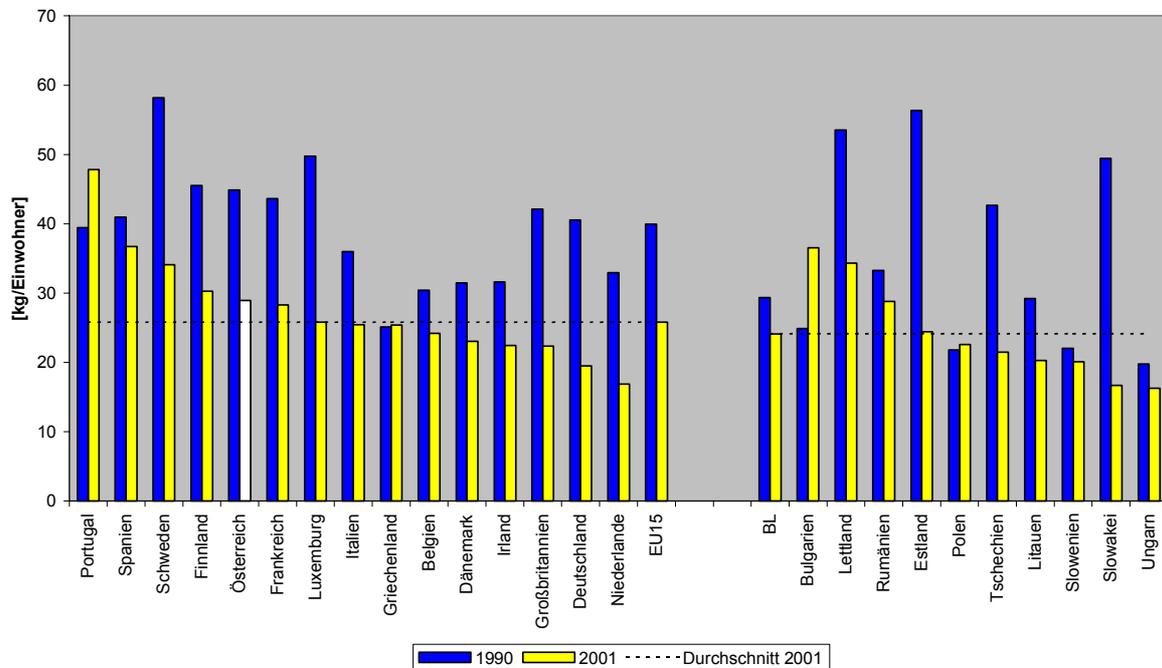


Abbildung 72: NMVOC-Pro-Kopf-Emissionen 1990/2001

Im EU 15 Durchschnitt gingen zwischen 1990 und 2001 die NMVOC-Emissionen um 26% zurück. Mit Ausnahme von Portugal und Griechenland haben sich in allen betrachteten Staaten die Pro-Kopf-Emissionen von NMVOC reduziert (Abbildung 72). Österreichs Emissionen liegen im Mittelfeld, wobei sich bei Österreich überdurchschnittlich hohe NMVOC-Emissionen aus dem Kleinverbrauch (veraltete Holzheizungen) bemerkbar machen.

Alle Beitrittsländer mit Ausnahme von Bulgarien und Polen haben ihre Pro-Kopf-Emissionen reduziert. Die durchschnittlichen Pro-Kopf-Emissionen der Beitrittsländer liegen leicht unter dem EU 15 Durchschnitt.

NMVOC-Ziel 2010

Tabelle 8 zeigt die NMVOC-Emissionen der EU 15 und der Beitrittsländer in Relation zu den Zielen der NEC-Richtlinie (EU 15) und des Göteborg-Protokolls (Beitrittsländer). Alle Länder müssen ihre Emissionen bis 2010 unter das Niveau von 1990 senken, wobei die Reduktionsverpflichtungen zwischen -4% (Polen) und -69% (Deutschland) liegen. Österreichs Reduktionsverpflichtung liegt mit -56% genau im EU-Durchschnitt. Nach Emissionsminderungen von 33% zwischen 1990 und 2001 bleibt für Österreich bis 2010 noch immer ein Reduktionsbedarf von -32% bis 2010 auf Basis 2001.

Auch alle anderen EU-Staaten (EU 15) müssen zum Teil noch beträchtliche Emissionsminderungen erzielen (zwischen -3% [Griechenland] und -63% [Portugal] auf Basis 2001). Die EU als ganzes hat einen 33%igen Reduktionsbedarf auf Basis 2001. Die

Beitrittsländer Bulgarien, Polen, Rumänien und Ungarn haben noch Reduktionsbedarf, während die übrigen Länder ihre Ziele bereits erreicht haben.

Tabelle 8: NMVOC-Emissionen der EU 15 und ausgewählter Beitrittsländer³² in Relation zu den landesspezifischen Zielen

Länder	Emissionen 1990	Emissionen 2001	Ziel 2010	Differenz 1990-2001	Differenz 1990-Ziel 2010	Notwendige Reduktion 2001-2010
	[Gg]	[Gg]	[Gg]	[%]	[%]	[%]
Belgien	303	249	139	-18%	-54%	-44%
Dänemark	162	124	85	-24%	-50%	-31%
Deutschland	3220	1606	995	-50%	-69%	-38%
Finnland	227	157	130	-31%	-42%	-17%
Frankreich	2473	1674	1050	-32%	-56%	-37%
Griechenland	255	268	261	5%	-18%	-3%
Großbritannien	2425	1336	1200	-45%	-52%	-10%
Irland	111	87	55	-22%	-50%	-37%
Italien	2041	1467	1159	-28%	-48%	-21%
Luxemburg	19	11	9	-40%	-53%	-21%
Niederlande	492	271	185	-45%	-63%	-32%
Österreich	345	232	159	-33%	-56%	-32%
Portugal	390	492	180	26%	-53%	-63%
Schweden	498	303	241	-39%	-53%	-21%
Spanien	1591	1479	662	-7%	-59%	-55%
EU15	14553	9757	6510	-33%	-56%	-33%
Bulgarien	217	289	185	33%	-15%	-36%
Estland	88	33	-	-62%	-	-
Lettland	143	81	136	-43%	-11%	68%
Litauen	108	71	92	-35%	-15%	30%
Polen	831	873	800	5%	-4%	-8%
Rumänien	772	638	523	-17%	-32%	-18%
Slowakei	262	90	140	-66%	-47%	56%
Slowenien	44	40	40	-9%	-9%	0%
Tschechien	441	220	220	-50%	-49%	0%
Ungarn	205	166	137	-19%	-33%	-17%
BL	3111	2501	2273	-20%	-27%	-9%

Anmerkungen: Für die EU-Staaten wurden die Ziele der EU-Richtlinie 2001/81/EG über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe (NEC-Richtlinie) verwendet, für die Beitrittsländer wurden jene des Göteborg-Protokolls herangezogen. Es ist zu beachten, dass es sich auch bei den Zahlen für Österreich um Werte handelt, die 2003 zur Verfügung standen. Sie können von den Zahlen im übrigen Bericht abweichen, da es 2004 zur Aktualisierung der gesamten Zeitreihe gekommen ist.

Quelle: EEA (2003b) und EMEP

10.5 Ammoniak (NH₃)

Mehr als 90% aller Ammoniakemissionen in der EU 15 entstehen in der Landwirtschaft. Im EU-Durchschnitt stiegen die NH₃-Emissionen zwischen 1990 und 2001 leicht (2%).

Abbildung 73 zeigt, dass die Pro-Kopf-Emissionen insbesondere in jenen Ländern hoch sind, die stark landwirtschaftlich geprägt sind bzw. wo die Intensivtierhaltung sehr ausgeprägt ist. Alle EU-Mitgliedsstaaten (EU 15) mit Ausnahme von Spanien und alle Beitrittsländer haben

³² umfasst ausgewählte neue EU-Mitgliedsländer sowie die Beitrittskandidatenländer Bulgarien und Rumänien

ihre Pro-Kopf-Emissionen gesenkt. Die durchschnittlichen Pro-Kopf-Emissionen in den Beitrittsländern liegen leicht unter dem EU 15 Durchschnitt.

In folgender Abbildung sind die NH_3 -Emissionen pro Kopf für die EU 15 sowie für die Beitrittsländer dargestellt:

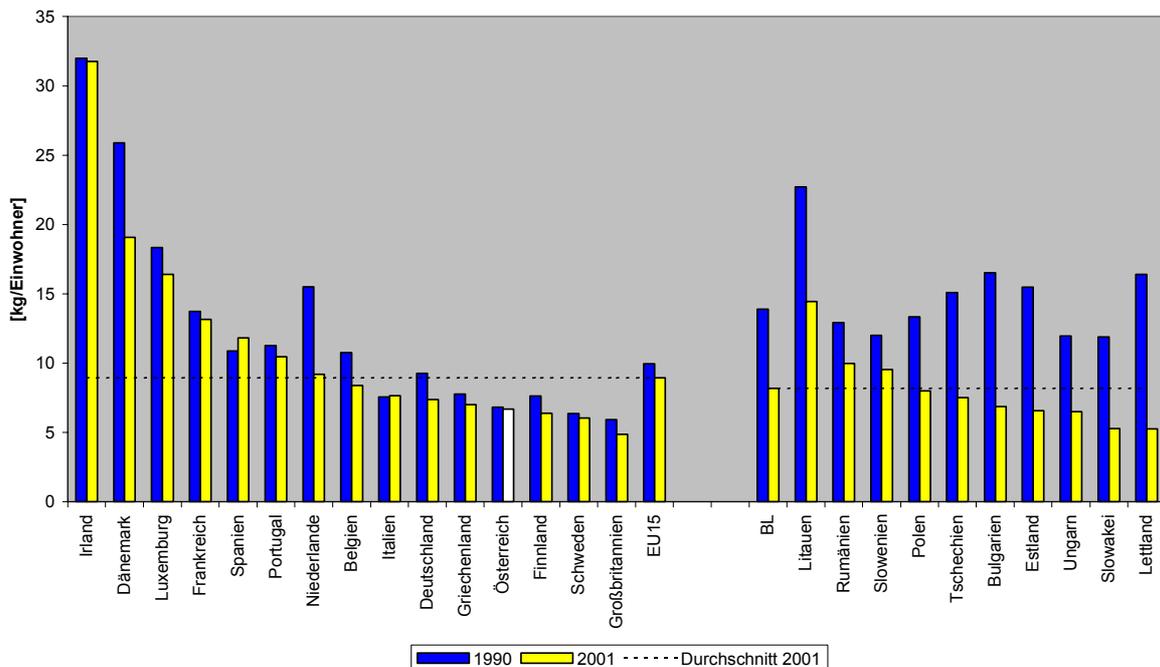


Abbildung 73: NH_3 -Pro-Kopf-Emissionen 1990/2001

NH_3 -Ziel 2010

Tabelle 9 zeigt die NH_3 -Emissionen der EU 15 und der Beitrittsländer in Relation zu den Zielen der NEC-Richtlinie (EU 15) und des Göteborg-Protokolls (Beitrittsländer). Fast alle EU-Staaten müssen ihre NH_3 -Emissionen bis 2010 unter den Wert von 1990 senken; lediglich Luxemburg hat ein Stabilisierungsziel, während Frankreich, Irland und Schweden ihre Emissionen erhöhen dürfen. Die österreichische Reduktionsverpflichtung liegt mit -17% im EU-Durchschnitt. Nach Emissionszunahmen von 15% zwischen 1990 und 2001 muss Österreich seine Emissionen bis 2010 noch um 5% auf Basis 2001 reduzieren.

Auch viele andere EU-Staaten müssen die NH_3 -Emissionen weiter senken. Belgien, Deutschland, Finnland, Griechenland, Großbritannien und Niederlande müssen ihre Emissionen bis 2010 um mehr als 20% auf Basis 2001 reduzieren, um das NEC-Ziel zu erreichen. Die EU als Ganzes hat einen 8%igen Reduktionsbedarf auf Basis 2001. Bessere Methoden des Güllemanagements, etwa das Einpflügen von Gülle in die Erde, aber auch weiterhin fallende Nutztierzahlen sollen zur Senkung von NH_3 -Emissionen beitragen. Allerdings kann das Einpflügen von NH_3 auch unerwünschte Nebenwirkungen haben: in den Niederlanden führte diese Methode zu erhöhten Emissionen des Klimagases N_2O .

Alle Beitrittsländer außer Slowenien und Tschechien lagen im Jahr 2001 deutlich unter ihrem Zielwert für 2010.

Tabelle 9: NH₃-Emissionen der EU 15 und ausgewählter Beitrittsländer³³ in Relation zu den landesspezifischen Zielen

Länder	Emissionen 1990	Emissionen 2001	Ziel 2010	Differenz 1990- 2001	Differenz 1990- Ziel 2010	Notwendige Reduktion 2001- 2010
	[Gg]	[Gg]	[Gg]	[%]	[%]	[%]
Belgien	118	127	74	8%	-31%	-42%
Dänemark	53	54	69	3%	-48%	27%
Deutschland	1014	871	550	-14%	-28%	-37%
Finnland	62	68	31	8%	-18%	-54%
Frankreich	395	411	780	4%	2%	90%
Griechenland	84	106	73	26%	-8%	-31%
Großbritannien	585	558	297	-5%	-13%	-47%
Irland	32	46	116	46%	3%	150%
Italien	428	461	419	8%	-10%	-9%
Luxemburg	10	5	7	-46%	0%	28%
Niederlande	159	180	128	13%	-44%	-29%
Österreich	60	69	66	15%	-17%	-5%
Portugal	44	65	90	48%	-14%	39%
Schweden	56	55	57	-2%	12%	3%
Spanien	227	307	353	35%	-25%	15%
EU15	3329	3384	3110	2%	-17%	-8%
Bulgarien	84	48	108	-42%	-25%	123%
Estland	38	17	-	-55%	-	-
Lettland	22	8	44	-65%	0%	464%
Litauen	40	13	84	-67%	0%	542%
Polen	381	318	468	-17%	-9%	47%
Rumänien	173	111	210	-35%	-30%	89%
Slowakei	59	42	39	-29%	-38%	-7%
Slowenien	14	16	20	13%	-17%	24%
Tschechien	164	128	101	-22%	-35%	-21%
Ungarn	72	59	90	-17%	-27%	51%
BL	1046	761	1164	-27%	-21%	53%

Anmerkungen: Für die EU-Staaten wurden die Ziele der EU-Richtlinie 2001/81/EG über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe (NEC-Richtlinie) verwendet, für die Beitrittsländer wurden jene des Göteborg-Protokolls herangezogen. Es ist zu beachten, dass es sich auch bei den Zahlen für Österreich um Werte handelt, die 2003 zur Verfügung standen. Sie können von den Zahlen im übrigen Bericht abweichen, da es 2004 zur Aktualisierung der gesamten Zeitreihe gekommen ist.

Quelle: EEA (2003b) und EMEP

³³ umfasst ausgewählte neue EU-Mitgliedsländer sowie die Beitrittskandidatenländer Bulgarien und Rumänien

10.6 Kohlenmonoxid (CO)

Der Hauptverursacher für CO-Emissionen in der EU 15 ist der Verkehr mit einem Anteil von 54% im Jahr 2001, und hier überwiegend die benzinbetriebenen Fahrzeuge. Der Kleinverbrauch (21%) und die Industrie (11%) sind weitere wichtige Quellen von CO-Emissionen. Die CO-Emissionen haben sich zwischen 1990 und 2001 in der EU um 39% reduziert. Wichtige Ursachen für diese Verringerung sind technologische Verbesserungen bei benzinbetriebenen PKW und der Trend zu Dieselfahrzeugen.

In folgender Abbildung sind die CO-Emissionen pro Kopf für die EU 15 sowie für die Beitrittsländer dargestellt:

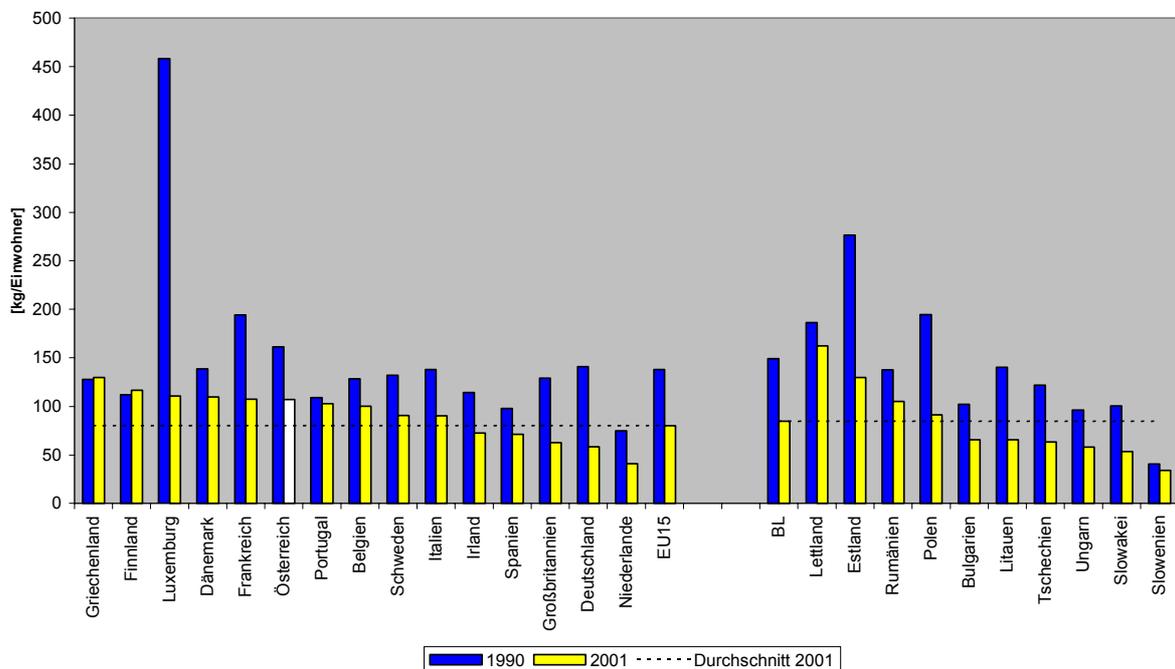


Abbildung 74: CO-Pro-Kopf-Emissionen 1990/2001

Die CO-Emissionen pro Kopf haben sich in allen betrachteten Ländern mit Ausnahme von Griechenland reduziert (Abbildung 74). Die starke Reduktion der CO-Emissionen in Luxemburg ist zum Großteil auf eine Verfahrensumstellung in der Eisen- und Stahlindustrie zurückzuführen. Ein Grund für die relativ hohen österreichischen Pro-Kopf-Emissionen aus CO ist die relativ weite Verbreitung von veralteten Holzfeuerungen in Haushalten.

Auch die Beitrittsländer konnten ihre Pro-Kopf-Emissionen deutlich reduzieren. Mit Ausnahme von Estland, Lettland, Rumänien und Polen lagen alle Beitrittsländer unter dem EU 15 Schnitt.

Es gibt keine international vereinbarten Emissionsreduktionsziele bzw. Emissionsobergrenzen für CO. Allerdings verlangt die gemäß Luftqualitäts-Rahmenrichtlinie 96/62/EG erlassene Tochtrichtlinie über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid in der Luft (Richtlinie 2000/69/EG) von den EU-Staaten Maßnahmen zur Einhaltung bestimmter Immissionsgrenzwerte der CO-Konzentrationen in der Luft.

11 LITERATURVERZEICHNIS

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ARBEIT (2004): Energiebericht 2004 (in Vorbereitung). Anhang Emissionsfaktoren. Wien, 2004.

CKW-ANLAGEN-VERORDNUNG (BGBl. Nr. 865/1994): Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Begrenzung der Emission von chlorierten Betriebsanlagen.

EEA (2003a): Annual European Community greenhouse gas inventory 1990-2001 and inventory report 2003. Submission to the UNFCCC secretariat. Technical report No. 95. Copenhagen.

EEA (2003b): Annual European Community CLRTAP emission inventory 1990-2001. Submission to the Executive Body of the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. Unpublished. Copenhagen.

EEA (2003c): Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2003. Tracking progress by the EU and acceding and candidate countries towards achieving their Kyoto Protocol targets. Environmental Issue Report No. 36. Copenhagen.

EMEP TASK FORCE ON EMISSION INVENTORIES (1999): EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook, 2nd Edition.

EMEP – Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmissions of air pollutants in Europe (<http://www.emep.int>).

EMEP TASK FORCE ON EMISSION INVENTORIES (1999): EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook, 2nd Edition.

EMEP (2001): Emission data reported to UNECE/EMEP: Evaluation of the spatial distribution of emissions. MSC-W Status Report 2001. Meteorological Synthesizing Centre – West. Oslo.

EMISSIONSHÖCHSTMENGENGESETZ-LUFT, EG-L, sowie Änderung des Ozongesetzes und des Immissionsschutzgesetzes-Luft (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.

EPER-VERORDNUNG (BGBl. II Nr. 300/2002): Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit und des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Meldung von Schadstoffemissionsfrachten für die Erstellung eines Europäischen Schadstoffemissionsregisters.

EUROSTAT - New Cronos-Datenbank (<http://europa.eu.int/newcronos/>)

GASPENDELVERORDNUNG (BGBl. Nr. 793/1992): Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Ausstattung von Tankstellen mit Gaspendelleitungen.

HAUSBERGER, ST (1998): GLOBEMI – Globale Modellbildung für Emissions- und Verbrauchsszenarien im Verkehrssektor. Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik der TU Graz. Graz, 1998.

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.

- INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (1997): Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- KRAFTSTOFFBEHÄLTERVERORDNUNG (BGBl. Nr. 558/1991): Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Ausstattung gewerblicher Betriebsanlagen mit Gaspendelleitungen für ortsfeste Kraftstoffbehälter.
- KRAFTSTOFFVERORDNUNG (BGBl. II Nr. 418/1999): Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über die Festlegung der Qualität von Kraftstoffen.
- LÖSUNGSMITTELVERORDNUNG (BGBl. Nr. 872/1995): Verordnung des Bundesministers für Umwelt über Verbote und Beschränkungen von organischen Lösungsmitteln.
- LUFTREINHALTEGESETZ FÜR KESSELANLAGEN (BGBl. Nr. 380/1988): Bundesgesetz vom 23. Juni 1988 zur Begrenzung der von Dampfkesselanlagen ausgehenden Luftverunreinigungen.
- STATISTIK AUSTRIA (2003a): Energieversorgung Österreichs 9/2003. Schnellbericht 10.1. Statistik Austria, Wien, 2003.
- STATISTIK AUSTRIA (2003b): Statistische Übersichten, (http://www.statistik.at/statistische_uebersichten/deutsch/start.shtml), am 30.12.2003.
- STATISTIK AUSTRIA (2003c): Statistisches Jahrbuch Österreichs 2004, (<http://www.statistik.at/jahrbuch/deutsch/start.shtml>)
- UMWELTBUNDESAMT (2000): Emissionen aus Österreichischen Abfalldeponien in den Jahren 1980 bis 1998. IB-623. Wien, 2000.
- UMWELTBUNDESAMT (2001a): Österreichische Emissionsinventur für die Schwermetalle Cadmium, Quecksilber und Blei 1995-2000. C. Hübner, FTU Forschungsgesellschaft, im Auftrag der Umweltbundesamt GmbH. Wien, 2001.
- UMWELTBUNDESAMT (2001b): Österreichische Emissionsinventur für Staub. Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes. W. Winiwarter; C. Trenker; W. Höflinger. Wien, 2001.
- UMWELTBUNDESAMT (2001c): Österreichische Emissionsinventur für POPS Zeitreihe 1985-1999. FTU Forschungsgesellschaft. IB-650. Wien, 2001
- UMWELTBUNDESAMT (2001d): Umweltsituation in Österreich – Sechster Umweltkontrollbericht. Wien, 2001.
- UMWELTBUNDESAMT (2003a): Emission Functions for Heavy Duty Vehicles. Update of the Emission Functions for Heavy Duty Vehicles in the Handbook Emission Factors for Road Traffic. Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes, BMLFUW und BMVIT. Hausberger S., Engler D., Ivanisin M., et.al. BE-223. Wien, 2003.
- UMWELTBUNDESAMT (2003b): Emissionen Österreichischer Großfeuerungsanlagen 1990-2002. BE-230. Wien, September 2003.
- UMWELTBUNDESAMT (2003c): Biologisch abbaubarer Kohlenstoff im Restmüll. BE-236. Wien, 2003.
- UMWELTBUNDESAMT (2004a): Erfassung von Deponiegas. Statusbericht von österreichischen Deponien. BE-238. Wien, 2004.
- UMWELTBUNDESAMT (2004b): Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich. BE-245. Umweltbundesamt, Wien.
- VERBOT BESTIMMTER GEFÄHRLICHER STOFFE IN PFLANZENSCHUTZMITTELN (BGBl.Nr. 97/1992):

VOC-ANLAGEN-VERORDNUNG (BGBl. II Nr. 301/2002): Umsetzung der Richtlinie 1999/13/EG über die Begrenzung der Emissionen bei der Verwendung organischer Lösungsmittel in gewerblichen Betriebsanlagen.

WINDSPERGER, A.; MAYR, B.; SCHMIDT-STEJSKAL, H.; ORTHOFER, R. & WINIWARTER, W. (1999): Entwicklung der Schwermetallemissionen.

ANHANG

Verursachertabellen

Tabelle 1: CO₂-Emissionen in Millionen Tonnen [Tg]

Verursacher	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Energieversorgung	11,73	10,93	10,55	11,00	9,47	10,11	13,58	14,38	11,26	11,04	11,41	12,57	13,77	13,80	12,99	12,97	12,67	14,69	15,18
Kleinverbraucher	16,51	15,29	15,55	15,90	14,22	13,44	13,81	15,03	14,35	14,11	12,97	14,17	15,63	14,13	14,13	14,22	13,45	14,82	13,65
Industrie	26,43	24,83	23,40	23,17	23,47	24,15	20,41	20,67	19,14	19,70	20,78	21,09	20,46	22,54	21,37	20,39	21,27	20,56	19,99
Verkehr	11,41	11,05	11,38	11,54	12,18	12,60	12,79	14,21	14,13	14,26	14,37	14,45	16,10	15,05	17,14	16,59	17,48	18,75	20,65
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	0,00	0,00	0,00
Sonstige	0,59	0,43	0,45	0,46	0,45	0,40	0,30	0,26	0,20	0,20	0,18	0,20	0,18	0,20	0,18	0,17	0,19	0,20	0,20
Gesamt (anthropogen)	66,67	62,53	61,33	62,07	59,79	60,70	60,90	64,54	59,08	59,31	59,70	62,47	66,15	65,71	65,81	64,34	65,06	69,04	69,67
Natur*																			

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

Tabelle 2: CH₄-Emissionen in 1000 Tonnen [Gg]

Verursacher	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Energieversorgung	12,72	12,99	12,83	12,96	12,60	12,84	13,38	13,58	13,48	13,84	13,58	14,12	15,11	15,02	15,00	15,19	14,76	14,97	14,71
Kleinverbraucher	21,62	25,51	23,57	22,98	20,91	19,44	18,82	20,19	18,43	17,98	16,19	16,89	17,93	13,65	13,12	13,00	12,11	13,65	13,04
Industrie	0,70	0,69	0,66	0,67	0,73	0,73	0,73	0,74	0,71	0,72	0,76	0,71	0,72	0,77	0,77	0,73	0,71	0,69	0,76
Verkehr	3,57	3,37	3,36	3,36	3,24	3,10	2,86	2,96	2,77	2,62	2,50	2,29	2,08	1,91	1,91	1,73	1,61	1,55	1,56
Landwirtschaft	208,87	220,28	218,96	216,49	212,42	213,27	218,67	215,69	207,67	207,66	210,15	211,28	207,96	205,48	204,94	200,69	197,13	194,76	190,35
Sonstige	187,28	186,19	184,62	184,91	187,40	191,78	191,93	191,58	187,95	186,19	179,31	172,48	165,89	160,16	155,52	150,93	144,65	138,95	135,03
Gesamt (anthropogen)	434,75	449,03	444,00	441,37	437,30	441,16	446,39	444,74	431,01	429,01	422,49	417,78	409,69	397,00	391,25	382,26	370,98	364,56	355,46

Tabelle 3: N₂O-Emissionen in 1000 Tonnen [Gg]

Verursacher	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Energieversorgung	0,14	0,10	0,10	0,13	0,11	0,11	0,15	0,17	0,14	0,14	0,15	0,16	0,16	0,15	0,17	0,17	0,17	0,20	0,20
Kleinverbraucher	0,76	0,85	0,84	0,84	0,83	0,84	0,89	0,95	0,93	0,94	0,92	0,97	1,04	1,03	1,04	1,05	1,02	1,07	1,03
Industrie	3,32	3,34	3,35	3,33	3,38	3,39	3,39	3,46	3,17	3,31	3,17	3,27	3,32	3,33	3,44	3,52	3,61	3,08	3,13
Verkehr	0,49	0,50	0,52	0,53	0,86	1,24	1,57	2,10	2,40	2,66	2,81	2,72	2,60	2,40	2,48	2,24	2,14	2,09	2,24
Landwirtschaft	11,35	11,72	11,72	13,23	11,06	11,94	12,42	13,76	10,80	12,04	13,93	12,46	11,71	12,78	11,84	11,70	11,60	11,85	10,98
Sonstige	0,81	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,90	0,90	0,92	0,94	0,97	0,98	0,98	0,97	0,97	0,98	0,97	0,97	0,97
Gesamt (anthropogen)	16,88	17,32	17,34	18,88	17,05	18,34	19,32	21,34	18,37	20,03	21,94	20,55	19,80	20,66	19,95	19,66	19,52	19,26	18,55

Tabelle 4: Zusammensetzung der F-Gase in 1000 Tonnen CO₂-Äquivalenten [Gg]

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
HFCs	3,7	5,8	8,5	12,1	16,9	546,1	624,8	718,0	815,6	870,5	1033,2	1033,2	1033,2
PFCs	963,2	974,3	576,2	48,1	53,6	15,6	14,8	18,3	20,8	25,3	25,2	25,2	25,2
SF ₆	517,7	682,9	725,4	822,8	1032,8	1174,7	1246,1	1148,1	954,9	729,9	677,0	677,0	677,0
F-Gase gesamt	1484,6	1663,1	1310,1	883,1	1103,3	1736,4	1885,8	1884,3	1791,4	1625,7	1735,4	1735,4	1735,4

Tabelle 5: F-Gas Emissionen in 1000 Tonnen CO₂-Äquivalenten [Gg]

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Energieversorgung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kleinverbraucher	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Industrie	1484,6	1663,1	1310,1	883,1	1103,3	1736,4	1885,8	1884,3	1791,4	1625,7	1735,4	1735,4	1735,4
Verkehr	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Landwirtschaft	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sonstige	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gesamt (anthropogen)	1484,6	1663,1	1310,1	883,1	1103,3	1736,4	1885,8	1884,3	1791,4	1625,7	1735,4	1735,4	1735,4

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

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Energieversorgung	13,91	14,72	11,59	11,37	11,74	12,91	14,13	14,16	13,36	13,34	13,03	15,07	15,6
Kleinverbraucher	14,48	15,74	15,03	14,78	13,59	14,83	16,33	14,73	14,72	14,82	14,02	15,44	14,2
Industrie	22,96	23,42	21,45	21,63	22,88	23,85	23,39	25,47	24,25	23,12	24,14	23,27	22,7
Verkehr	13,34	14,92	14,93	15,14	15,29	15,34	16,95	15,83	17,95	17,32	18,18	19,43	21,4
Landwirtschaft	8,44	8,79	7,71	8,09	8,73	8,30	8,00	8,28	7,98	7,84	7,74	7,76	7,4
Sonstige	4,61	4,56	4,43	4,40	4,25	4,12	3,97	3,87	3,75	3,64	3,53	3,42	3,3
Gesamt (anthropogen)	77,75	82,15	75,14	75,41	76,48	79,36	82,78	82,34	82,00	80,08	80,64	84,40	84,62

Tabelle 7: SO₂-Emissionen in 1000 Tonnen [Gg]

Verursacher	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Energieversorgung	110,85	57,92	42,96	31,78	21,37	22,19	16,35	14,59	10,59	12,20	9,03	10,46	9,01	9,10	7,41	7,63	7,29	8,32	8,37
Kleinverbraucher	105,01	52,39	51,66	51,43	44,95	40,59	33,78	30,03	25,94	22,87	19,63	18,98	19,48	13,34	12,47	11,99	10,66	11,79	10,30
Industrie	135,11	72,78	68,37	59,29	37,71	34,27	25,43	27,49	19,65	18,12	18,71	17,33	18,07	20,67	18,10	16,58	15,18	15,19	14,97
Verkehr	8,41	4,46	4,66	3,52	3,92	4,14	4,36	4,92	5,16	5,50	5,67	5,13	2,71	2,28	2,51	2,23	2,20	2,24	2,26
Landwirtschaft	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sonstige	0,41	0,41	0,41	0,41	0,21	0,13	0,06	0,05	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Gesamt (anthropogen)	359,82	187,99	168,09	146,48	108,20	101,37	79,99	77,10	61,38	58,73	53,08	51,96	49,33	45,44	40,55	38,49	35,39	37,60	35,96

Tabelle 8: NO_x-Emissionen in 1000 Tonnen [Gg]

Verursacher	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Energieversorgung	27,05	28,82	23,03	20,37	16,16	16,58	17,04	14,70	14,26	12,05	11,00	12,29	11,19	11,90	10,65	10,80	10,96	14,34	14,94
Kleinverbraucher	32,87	32,82	33,34	33,56	32,68	32,42	34,52	35,93	35,33	34,98	34,05	36,15	38,64	39,26	39,86	40,25	39,53	41,03	39,40
Industrie	65,68	54,49	50,06	48,47	48,73	48,59	46,04	47,08	44,90	41,92	41,96	38,91	38,04	41,57	40,52	38,53	37,80	36,65	35,80
Verkehr	115,24	112,36	115,59	116,96	115,87	111,55	108,86	113,61	107,95	104,62	100,74	96,60	100,54	91,76	97,72	94,75	96,87	99,22	109,45
Landwirtschaft	5,08	5,28	5,27	5,72	4,98	5,27	5,52	5,92	4,95	5,37	5,92	5,43	5,22	5,57	5,27	5,16	5,10	5,17	4,85
Sonstige	0,19	0,19	0,19	0,19	0,11	0,07	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Gesamt (anthropogen)	246,11	233,97	227,47	225,27	218,52	214,47	212,03	217,27	207,41	198,95	193,70	189,40	193,65	190,08	194,04	189,51	190,28	196,44	204,47

Tabelle 9: NMVOC-Emissionen in 1000 Tonnen [Gg]

Verursacher	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Energieversorgung	11,79	10,48	10,45	10,61	10,41	10,60	11,05	11,87	11,74	11,41	8,63	7,84	6,96	6,44	6,26	5,48	5,51	3,76	3,97
Kleinverbraucher	77,31	87,06	81,53	79,08	73,35	69,17	67,71	71,62	66,62	65,40	60,75	62,73	65,95	54,03	52,28	51,58	48,22	51,91	49,34
Industrie	26,75	23,01	22,09	22,16	22,89	22,99	20,26	21,96	23,54	24,94	25,42	25,12	25,09	25,18	24,75	24,99	24,56	24,97	25,01
Verkehr	105,42	101,44	102,16	103,00	96,80	89,40	79,98	78,56	70,66	64,24	58,82	52,97	47,66	42,43	40,20	35,62	32,26	30,13	29,63
Landwirtschaft	4,91	4,96	4,87	4,90	5,02	4,97	1,94	1,93	1,87	1,84	1,90	1,91	1,89	1,97	1,93	1,97	1,87	1,95	1,94
Sonstige	210,73	173,02	171,85	170,69	169,55	148,61	117,15	100,28	82,52	82,61	77,23	81,91	78,22	83,09	75,69	70,10	77,88	82,76	82,76
Gesamt (anthropogen)	436,91	399,97	392,95	390,44	378,01	345,75	298,09	286,22	256,95	250,44	232,76	232,48	225,78	213,13	201,11	189,73	190,30	195,47	192,65

Tabelle 10: CO-Emissionen in 1000 Tonnen [Gg]

Verursacher	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Energieversorgung	16,00	15,52	15,18	20,19	17,37	15,89	5,40	1,68	1,51	1,39	1,49	1,67	1,72	1,80	1,53	2,52	2,76	3,24	4,10
Kleinverbraucher	579,17	654,33	617,22	605,84	555,92	522,22	509,17	541,73	493,15	474,34	431,32	446,37	468,95	421,84	403,97	398,42	369,95	408,93	388,04
Industrie	355,81	391,38	381,28	326,59	334,36	351,10	282,52	254,26	299,20	310,70	325,10	253,67	275,51	284,15	270,84	249,27	239,30	216,40	209,47
Verkehr	790,87	608,50	591,95	582,06	544,30	503,71	435,66	439,55	399,90	369,10	345,67	315,49	278,58	256,54	248,88	227,86	209,03	196,90	199,03
Landwirtschaft	30,26	30,25	30,24	30,24	30,24	30,24	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,74	1,74	1,73	1,73	1,72	1,72	1,72	1,72
Sonstige	13,83	13,74	13,61	13,63	13,82	14,16	14,12	14,07	13,73	13,56	13,00	12,45	11,92	11,47	11,11	10,74	10,24	9,80	9,49
Gesamt (anthropogen)	1785,9	1713,7	1649,5	1578,6	1496,0	1437,3	1248,6	1253,1	1209,2	1170,8	1118,3	1031,4	1038,4	977,5	938,0	890,5	833,0	837,0	811,8

Tabelle 11: NH₃-Emissionen in 1000 Tonnen [Gg]

Verursacher	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Energieversorgung	0,29	0,19	0,20	0,21	0,19	0,19	0,23	0,23	0,23	0,25	0,26	0,25	0,28	0,28	0,30	0,28	0,24	0,28	0,28
Kleinverbraucher	0,57	0,67	0,67	0,69	0,62	0,60	0,62	0,69	0,65	0,66	0,61	0,67	0,75	0,69	0,68	0,68	0,63	0,72	0,68
Industrie	0,58	0,51	0,51	0,49	0,52	0,51	0,41	0,41	0,38	0,43	0,39	0,35	0,33	0,39	0,36	0,35	0,33	0,31	0,25
Verkehr	0,20	0,18	0,18	0,18	0,21	0,25	0,28	0,34	0,37	0,39	0,40	0,39	0,38	0,35	0,37	0,34	0,33	0,32	0,33
Landwirtschaft	49,93	52,18	51,60	52,54	49,93	51,02	55,54	56,52	53,04	54,83	56,42	55,94	54,42	55,74	54,94	53,66	51,98	52,23	50,84
Sonstige	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,38	0,39	0,45	0,54	0,62	0,64	0,67	0,61	0,62	0,64	0,62	0,61	0,61
Gesamt (anthropogen)	51,57	53,73	53,16	54,11	51,48	52,58	57,45	58,58	55,12	57,10	58,71	58,24	56,83	58,06	57,26	55,96	54,13	54,48	53,00

Tabelle 12: Cd-Emissionen in Tonnen [Mg]

Verursacher	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Energieversorgung	1,17	0,95	0,56	0,32	0,27	0,18	0,19	0,21	0,20	0,19	0,15	0,18	0,19	0,18	0,16	0,16	0,18	0,22
Kleinverbraucher	0,49	0,47	0,46	0,41	0,39	0,38	0,42	0,38	0,37	0,33	0,35	0,37	0,34	0,33	0,33	0,30	0,35	0,33
Industrie	1,22	1,10	1,04	1,05	0,97	0,86	0,76	0,59	0,52	0,46	0,38	0,35	0,36	0,31	0,33	0,33	0,34	0,36
Verkehr	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,07	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10
Landwirtschaft	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Sonstige	0,14	0,12	0,11	0,08	0,06	0,06	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt (anthropogen)	3,27	2,89	2,42	2,12	1,95	1,54	1,48	1,25	1,15	1,05	0,95	0,98	0,97	0,91	0,91	0,89	0,97	1,02

Tabelle 13: Hg-Emissionen in Tonnen [Mg]

Verursacher	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Energieversorgung	0,97	0,76	0,46	0,29	0,25	0,34	0,35	0,24	0,20	0,19	0,20	0,20	0,20	0,16	0,18	0,21	0,24	0,25
Kleinverbraucher	0,62	0,58	0,57	0,51	0,47	0,45	0,47	0,41	0,37	0,33	0,33	0,34	0,29	0,27	0,26	0,23	0,26	0,23
Industrie	2,06	1,89	1,73	1,60	1,47	1,32	1,17	0,97	0,80	0,64	0,65	0,61	0,63	0,51	0,47	0,43	0,43	0,45
Verkehr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Landwirtschaft	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sonstige	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Gesamt (anthropogen)	3,77	3,34	2,86	2,50	2,28	2,16	2,04	1,65	1,40	1,18	1,21	1,17	1,15	0,96	0,92	0,88	0,95	0,95

Tabelle 14: Pb-Emissionen in Tonnen [Mg]

Verursacher	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Energieversorgung	11,36	9,03	4,33	1,97	1,42	1,17	1,23	1,18	0,97	0,88	0,81	0,96	1,02	0,91	0,89	1,09	1,30	1,56
Kleinverbraucher	9,14	8,87	8,76	8,23	7,87	7,55	7,30	6,21	5,36	4,36	3,50	3,62	3,19	2,98	2,86	2,62	2,95	2,69
Industrie	76,61	65,34	61,02	57,93	50,93	42,03	36,87	26,71	22,53	19,10	11,79	10,96	10,46	9,17	8,66	8,07	8,23	8,52
Verkehr	222,95	223,69	222,52	201,27	177,24	151,92	122,10	81,98	54,42	33,86	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Landwirtschaft	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Sonstige	5,91	5,33	4,76	2,66	1,71	1,08	0,84	0,55	0,43	0,31	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Gesamt (anthropogen)	327,09	313,39	302,52	273,18	240,28	203,81	168,40	116,68	83,77	58,57	16,22	15,66	14,80	13,18	12,53	11,90	12,61	12,90

Tabelle 15: PAH-Emissionen in Tonnen [Mg]

Verursacher	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
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	0,01	0,01	0,01
Kleinverbraucher	10,98	10,28	10,07	9,23	8,75	8,67	9,42	8,58	8,35	7,42	7,86	8,38	7,51	7,04	6,85	6,25	7,10	6,71
Industrie	8,00	7,93	8,03	7,61	7,71	7,56	7,31	3,73	0,66	0,73	0,63	1,04	0,63	0,54	0,40	0,34	0,35	0,35
Verkehr	0,85	0,88	0,88	0,88	0,85	0,82	0,86	0,82	0,82	0,81	0,81	0,97	0,89	1,03	0,99	1,08	1,19	1,33
Landwirtschaft	8,47	8,46	8,46	8,46	8,46	0,49	0,49	0,49	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Sonstige	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,11	0,07	0,06	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt (anthropogen)	28,45	27,72	27,60	26,34	25,93	17,69	18,25	13,74	10,40	9,51	9,83	10,91	9,52	9,10	8,74	8,16	9,13	8,88

Tabelle 16: Emissionen von Dioxinen in g

Verursacher	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Energieversorgung	3,01	3,00	3,03	1,08	1,09	0,74	0,77	1,07	0,29	0,31	0,35	0,40	0,42	0,42	0,45	0,50	0,57	0,63
Kleinverbraucher	59,21	55,59	54,75	49,92	47,07	45,92	49,73	44,81	42,80	37,73	39,47	41,54	36,77	34,25	33,11	30,05	34,21	31,75
Industrie	94,22	95,64	103,92	97,68	92,10	91,03	61,90	26,51	20,93	15,32	16,12	15,27	20,56	19,10	16,43	17,69	17,97	18,64
Verkehr	4,78	4,85	4,88	4,47	3,98	3,48	3,35	2,80	2,42	2,10	1,79	1,53	1,31	1,23	1,06	0,98	0,93	1,00
Landwirtschaft	6,05	6,05	6,05	6,05	6,05	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Sonstige	21,09	22,09	16,13	16,54	16,35	19,25	18,79	0,55	0,24	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Gesamt (anthropogen)	188,36	187,22	188,75	175,73	166,64	160,77	134,90	76,09	67,03	55,90	58,16	59,17	59,49	55,44	51,48	49,64	54,11	52,45

Tabelle 17: HCB-Emissionen in kg

Verursacher	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Energieversorgung	0,30	0,30	0,31	0,16	0,17	0,19	0,21	0,26	0,19	0,21	0,22	0,23	0,23	0,23	0,26	0,28	0,30	0,31
Kleinverbraucher	67,60	63,94	63,50	58,38	55,69	55,14	59,94	54,11	51,89	45,77	48,22	51,08	45,26	42,44	41,43	37,57	42,96	39,92
Industrie	27,76	28,33	31,19	30,19	28,59	27,16	17,03	6,55	4,99	3,77	3,96	3,75	5,99	5,71	3,87	4,16	4,22	4,39
Verkehr	0,96	0,97	0,98	0,89	0,80	0,70	0,67	0,56	0,48	0,42	0,36	0,31	0,26	0,25	0,21	0,20	0,19	0,20
Landwirtschaft	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Sonstige	8,82	9,23	9,22	8,92	9,86	9,45	6,67	7,60	6,52	1,27	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Gesamt (anthropogen)	106,65	103,98	106,40	99,76	96,31	92,70	84,58	69,14	64,15	51,50	52,84	55,46	51,83	48,71	45,86	42,29	47,75	44,91

Tabelle 18: TSP-Emissionen in Gg*

Verursacher	1990	1995	1999	2001	2002
Energieversorgung	1,38	1,00	1,08	1,44	1,51
Kleinverbraucher	13,27	12,51	11,90	12,27	11,66
Industrie	28,75	30,16	33,34	31,88	32,33
Verkehr	11,25	13,08	14,47	16,62	18,29
Landwirtschaft	17,07	16,78	16,76	15,88	15,85
Sonstige	0,17	0,18	0,06	0,06	0,06
Gesamt (anthropogen)	71,88	73,71	77,61	78,14	79,71

Tabelle 19: PM₁₀-Emissionen in Gg

Verursacher	1990	1995	1999	2001	2002
Energieversorgung	1,14	0,82	0,90	1,19	1,27
Kleinverbraucher	12,15	11,52	11,01	11,33	10,78
Industrie	17,67	17,58	19,01	18,16	18,53
Verkehr	6,15	7,30	7,71	8,67	9,50
Landwirtschaft	7,69	7,56	7,55	7,15	7,14
Sonstige	0,08	0,09	0,03	0,03	0,03
Gesamt (anthropogen)	44,87	44,87	46,22	46,54	47,25

Tabelle 20: PM_{2,5}-Emissionen in Gg

Verursacher	1990	1995	1999	2001	2002
Energieversorgung	0,87	0,63	0,71	0,93	0,99
Kleinverbraucher	11,05	10,54	10,12	10,41	9,91
Industrie	9,01	8,60	8,96	8,49	8,74
Verkehr	4,39	5,32	5,39	5,94	6,48
Landwirtschaft	0,91	0,87	0,87	0,81	0,81
Sonstige	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01
Gesamt (anthropogen)	26,26	25,98	26,05	26,59	26,93

*[ein Gg entspricht 1000 Tonnen]

Tabelle 21: Emissionen der Versauerung in 1000 Tonnen Versauerungsäquivalenten [Gg]

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Energieversorgung	0,89	0,79	0,65	0,66	0,54	0,61	0,54	0,56	0,48	0,49	0,48	0,59	0,60
Kleinverbraucher	1,84	1,76	1,62	1,51	1,39	1,42	1,49	1,31	1,30	1,29	1,23	1,30	1,22
Industrie	1,82	1,91	1,61	1,50	1,52	1,41	1,41	1,57	1,47	1,38	1,31	1,29	1,26
Verkehr	2,52	2,64	2,53	2,47	2,39	2,28	2,29	2,08	2,22	2,15	2,19	2,24	2,47
Landwirtschaft	3,39	3,45	3,23	3,34	3,45	3,41	3,31	3,40	3,34	3,27	3,17	3,18	3,09
Sonstige	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Gesamt (anthropogen)	10,48	10,57	9,66	9,51	9,32	9,16	9,09	8,96	8,85	8,61	8,42	8,64	8,68