



EMISSIONSTRENDS 1990-2003

Ein Überblick über die österreichischen
Verursacher von Luftschadstoffen mit
Datenstand 2005

Wien, Juni 2005



Projektleitung

Michael Anderl

Autoren

Michael Anderl

Michael Gager

Marion Gangl

Bernd Gugele

Traute Köther

Agnes Kurzweil

Stephan Poupa

Manfred Ritter

Daniela Wappel

Manuela Wieser

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

Impressum

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

Eigenvervielfältigung

Gedruckt auf Recyclingpapier

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2005

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 3-85457-780-X

VORWORT

Der vorliegende Bericht aktualisiert den Vorjahresbericht „Luftschadstoff-Trends in Österreich 1980-2002“. Es sind die neuesten Ergebnisse der *Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI)* bis einschließlich 2003 dargestellt.

Dieser Bericht gibt einen Überblick über *Trends und Ursachen* der österreichischen Emissionen. Sofern Ziele vorhanden sind, werden diese den Trends gegenübergestellt.

Die Beschreibung der Emissionstrends beginnt mit den in den verschiedenen Berichtspflichten und Gesetzen festgelegten Basisjahren, d.h. für Treibhausgase 1990, für NMVOC 1988 und NO_x 1985. Die Trends aller übrigen Luftschadstoffe werden ab dem Jahr 1990 beschrieben.

Zum besseren Verständnis sind die Schadstoffe danach gruppiert, mit welchen Umweltauswirkungen sie in einem Zusammenhang stehen. So wird ihr Beitrag zum Treibhauseffekt, zur troposphärischen Ozonbildung, oder zur Eutrophierung/Versauerung ersichtlich. Die Schadstoffe Staub, Schwermetalle und persistente organische Verbindungen werden als eigene Gruppe behandelt. Als aktuelles Schwerpunktsthema des diesjährigen Trend-Berichtes wird auf die Staubproblematik näher eingegangen.

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

Datengrundlage:

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

Aktueller Datenstand: Jänner 2005.

Informationen, die dem Umweltbundesamt nach dem Dezember 2004 übermittelt wurden, fließen in die diesjährige Inventur ein und werden im Jahr 2006 veröffentlicht (mit Datenstand Dezember 2005).

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

Wie auch im Bericht des Vorjahres leitet sich die sektorale Einteilung dieses Berichtes aus der international standardisierten Systematik der UN-Berichtspflichten ab [UNECE³ - Berichtspflicht

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)



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.

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

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

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

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



INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT	3
INHALTSVERZEICHNIS	5
ZUSAMMENFASSUNG	7
1 GRUNDLAGEN DER INVENTUR	10
1.1 Österreichs Berichtspflichten.....	10
1.2 Methode	10
1.3 Schadstoffe.....	12
1.4 Verursachereinteilung	14
2 TREIBHAUSGASE	16
2.1 Emissionstrend 1990-2003	17
2.2 Aktuelle Entwicklung 2002-2003.....	19
2.3 Entwicklung nach Sektoren	19
2.4 Entwicklung nach Gasen.....	22
2.4.1 Kohlendioxid (CO ₂).....	23
2.4.2 Methan (CH ₄)	26
2.4.3 Lachgas (N ₂ O).....	28
2.4.4 F-Gase (HFKW, FKW und SF ₆).....	30
3 OZONVORLÄUFERSUBSTANZEN	33
3.1 Stickoxide (NO _x)	34
3.2 Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC).....	37
3.3 Kohlenmonoxid (CO)	39
3.4 Methan (CH ₄).....	40
4 VERSAUERUNG UND EUTROPHIERUNG	41
4.1 Entwicklung nach Sektoren	41
4.2 Entwicklung nach Gasen.....	43
4.2.1 Schwefeldioxid (SO ₂)	43
4.2.2 Ammoniak (NH ₃)	46
4.2.3 Stickoxide (NO _x).....	47
5 STAUB	48
5.1 Einleitung.....	48
5.1.1 Definition von Staub	49
5.1.2 Allgemeine Informationen zur Emissionsinventur	52
5.2 Gesamttrend 1990 - 2003.....	53
5.3 Entwicklung nach Sektoren	53



5.4	Emissionen 2003	56
5.4.1	Emissionen des Sektors Energieversorgung	56
5.4.2	Emissionen des Sektors Kleinverbraucher	58
5.4.3	Emissionen des Sektors Industrie	60
5.4.4	Emissionen des Sektors Verkehr	63
5.4.5	Emissionen des Sektors Landwirtschaft	67
5.4.6	Emissionen des Sektors Sonstige	69
5.5	Unsicherheiten der Abschätzung von Staubemissionen	69
6	SCHWERMETALLE	71
6.1	Kadmium (Cd)	72
6.2	Quecksilber(Hg)	74
6.3	Blei (Pb)	75
7	PERSISTENTE ORGANISCHE VERBINDUNGEN	77
7.1	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAKs)	77
7.2	Dioxine	79
7.3	Hexachlorbenzol	81
8	VERURSACHERTRENDS	83
8.1	Energieversorgung	83
8.2	Verkehr	87
8.3	Kleinverbraucher	92
8.4	Industrie	93
8.5	Landwirtschaft	96
8.6	Sonstige	99
9	LITERATURVERZEICHNIS	102
	ANHANG	105
	Verursachertabellen	105

ZUSAMMENFASSUNG

Österreich hat sich eine Reihe von Umweltzielen zur Verminderung von Luftemissionen gesetzt. Für die Treibhausgase, die Ozonvorläufersubstanzen und die versauernden/eutrophierenden Schadstoffe sind diese Ziele auch international festgelegt. Diese Verträge enthalten im Wesentlichen Verpflichtungen zur Reduktion von Emissionen bis zu einem bestimmten Stichtag (siehe Kapitel 2 und 3) sowie die Einhaltung detaillierter Regeln bei der Datenermittlung.

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

- ☹ Österreich hat sich im Jahr 2005 weiter vom Ziel einer dreizehnprozentigen Reduktion von treibhauswirksamen Gasen bis 2010 entfernt (siehe Abbildung 1). Im Jahr 2003 waren die Treibhausgasemissionen um 5,9 % höher als im vergangenen Jahr 2002 und um 16,6 % höher als im Basisjahr⁷.
- ☹ Die Kohlendioxid-Emissionen (CO₂) waren 2003 mit einem Anteil von 83,2 % an den gesamten Treibhausgasemissionen Hauptverursacher des Treibhausgaseffekts und daher Trend bestimmend. Sie haben sich gegenüber 2002 um 7,4 % und gegenüber dem Basisjahr 1990 um 24,4 % erhöht. Das Stabilisierungsziel, die CO₂-Emissionen gemäß dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC) bis zum Jahr 2000 auf der Höhe von 1990 zu stabilisieren, wurde bereits verfehlt.
- ☺ Methan (CH₄) ist das zweitwichtigste Treibhausgas mit einem Anteil von 8,5 % an den gesamten treibhauswirksamen Gasen im Jahr 2003. Die CH₄-Emissionen sind von 1990 bis 2003 um 20,3 % und gegenüber dem Vorjahr 2002 um 0,6 % gesunken.
- ☺ Lachgas (N₂O) verursachte 2003 6,1 % der Treibhausgasemissionen Österreichs. Die N₂O-Emissionen sind von 1990 bis 2003 um insgesamt 3 % gesunken. Von 2002 auf 2003 war eine Reduktion um 1,7 % zu verzeichnen.
- ☹ Die F-Gase hatten 2003 einen Anteil von 2,2 % an den gesamten Treibhausgasemissionen. Seit dem Basisjahr 1995 (für F-Gase) ist die Summe der F-Gase um 13,7 % gestiegen. Von 2002 auf 2003 war ein erneuter Anstieg von 3 % zu verzeichnen.

⁷ Basisjahr für CO₂, CH₄ und N₂O: 1990; für F-Gase: 1995

In folgender Abbildung ist die prozentuelle Entwicklung der österreichischen Treibhausgasemissionen im Bezug zum Kyoto-Zielpfad dargestellt. Dieser Zielpfad ist eine gerade Linie zwischen dem Basisjahr 1990 und dem Zieljahr 2010.

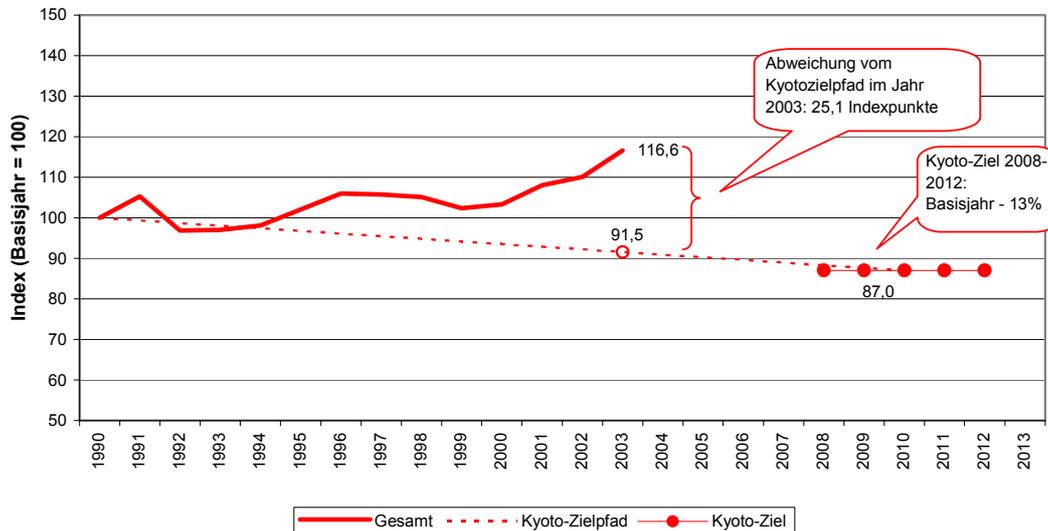


Abbildung 1: Index-Verlauf der österreichischen Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Kyoto-Ziel (in Prozent)

Quelle: Umweltbundesamt (2005b): Kyoto-Fortschrittsbericht 2005

Im Jahr 2003 lagen Österreichs Treibhausgasemissionen bereits 25,1 Indexpunkte über dem Kyoto-Zielpfad. 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 3 wird der Trend und das Erreichen internationaler Ziele der Ozonvorläufersubstanzen NMVOC, NO_x und CO behandelt.

- ☹️ Seit 1985 (Basisjahr des Ozongesetzes für NO_x) hat sich der Ausstoß von Stickoxiden (NO_x) in Österreich um insgesamt nur rund 2 % verringert. Seit 2000 ist sogar wieder ein deutlich ansteigender Trend zu erkennen. Im Jahr 2003 wurden etwa 230.000 Tonnen NO_x emittiert, das sind um rund 4 % mehr als 2002. Derzeit wird sowohl das Ziel für 2010 gemäß Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L) als auch das Ziel des Ozongesetzes für 2006 noch deutlich überschritten.
- ☹️ Von 1988 (Basisjahr des Ozongesetzes für NMVOC) bis 2003 konnten die NMVOC Emissionen um insgesamt rund 51 % reduziert werden. Dies ist vor allem auf eine deutliche Abnahme in der ersten Hälfte der 90er Jahre zurückzuführen. In den letzten Jahren blieb die Menge der in Österreich emittierten NMVOC-Emissionen nahezu gleich. Das im Ozongesetz festgelegte Reduktionsziel einer 40 %igen Reduktion bis 1996 konnte erreicht werden, die vorgesehene Reduktion von 60 % bis 2001 wurde jedoch bereits verfehlt. Zur Erreichung des Ziels für 2010 gemäß Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L) werden noch verstärkte Anstrengungen notwendig sein.
- ☺️ Bei den CO-Emissionen ist seit 1990 eine Reduktion um rund 36 % zu verzeichnen.

Versauerung und Eutrophierung

Im Jahr 2003 setzte sich die Summe der versauernd wirkenden Luftschadstoffe aus 53,8 % NO_x , 34,7 % NH_3 , und 11,6 % SO_2 zusammen (vgl. Kapitel 4).

- ☺ Die Gesamtemissionen zur Versauerung sind zwischen 1990 und 2003 um etwa 10 % zurückgegangen. In diesem Zeitraum erzielten die Kleinverbraucher (- 40 %) und der Sektor Industrie (- 30 %) die größten Reduktionen. Der Sektor Energieversorgung (- 29 %) und die Landwirtschaft (- 7 %) konnten ebenfalls ihre versauerungsrelevanten Emissionen verringern. Die Emissionen des Verkehrssektors hingegen sind um 28 % gestiegen. Im Jahr 2003 kamen je etwa 34 % der gesamten versauerungsrelevanten Emissionen aus den Sektoren Landwirtschaft und Verkehr. Die Industrie und die Kleinverbraucher waren für je rund 13 % der Emissionen verantwortlich und die Energieversorgung für rund 7 %.
- ☺ Die Ammoniakemissionen (NH_3) Österreichs haben rückläufige Tendenz. Sie liegen im gesamten Verlauf deutlich unter jenem im österreichischen Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L) festgesetzten Zielwert 2010.
- ☺ Bei den SO_2 -Emissionen kam es seit 1990 zu einer 55 %igen Reduktion auf rund 34.000 Tonnen 2003. Das Ziel gemäß Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L) für 2010 wurde bereits erfüllt.

Schwerpunktsthema Staub

In der Berichtsreihe über Emissionstrends wird jährlich ein Schwerpunktsthema ausgewählt und einer detaillierten Betrachtung unterzogen. Im diesjährigen Bericht wurden die Staubemissionen vertiefend behandelt (vgl. Kapitel 5).

- ☹ Der Gesamtschwebestaub (TSP) stieg von 1990 bis 2003 um knapp sechs Prozentpunkte auf annähernd 77.000 Tonnen an. Die Emittentengruppen mit den größten Zuwachsraten waren die Energieversorgung (+ 39 %) und der Verkehrssektor (+ 32 %).
- ☹ Generell ist zu bemerken, dass mit der Abschätzung von Staubemissionen erhebliche Unsicherheiten (insbesondere bei diffusen Quellen und der Aufwirbelung) einhergehen und daher noch weiterer Forschungsbedarf zur Verbesserung der Staub-Inventur besteht (vgl. Kapitel 5.5).
- ☺ Im Zeitraum von 1990 bis 2003 haben die PM_{10} -Emissionen um insgesamt etwa ein Prozent zugenommen. Auch in diesem Fall waren bei der Energieversorgung und beim Verkehr die höchsten Zuwachsraten zu verzeichnen, wobei der Anstieg der PM_{10} -Emissionen im Verkehr vor allem auf Abgasemissionen von Dieselfahrzeugen zurückzuführen ist. Ursache ist neben dem Trend zu Dieselfahrzeugen die stetig zunehmende Fahrleistung.

Es gibt zwar derzeit keine rechtlich verbindlichen Emissionsobergrenzen, allerdings besteht die Notwendigkeit von weit reichenden Minderungen der PM_{10} -Emissionen zur Erreichung der im Immissionsschutzgesetz-Luft normierten Grenzwerte für PM_{10} (die in den letzten Jahren etlichen Bundesländern überschritten wurden).

- ☺ Die $\text{PM}_{2,5}$ -Emissionen konnten von 1990 bis 2003 geringfügig um etwa 2 % reduziert werden. Ausschlaggebend für diesen Trend waren die Sektoren Landwirtschaft, Industrie und Kleinverbraucher. Im Verkehrsbereich hingegen ist bei den $\text{PM}_{2,5}$ -Emissionen eine starke Zunahme erfolgt, was fast ausschließlich auf Abgasemissionen von Dieselfahrzeugen zurückzuführen ist.

1 GRUNDLAGEN DER INVENTUR

Das Umweltbundesamt erstellt im Rahmen der Umweltkontrolle jährlich eine Österreichische Luftschadstoff-Inventur (OLI), die darauf abzielt, den Datengrundlagen für die Erfüllung der inventurrelevanten Verpflichtungen nachzukommen.

1.1 Österreichs Berichtspflichten

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

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

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

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

Tabelle 2: Zusätzliche Berichte zu den Luftemissionen

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

1.2 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 [UMWELT-BUNDESAMT, 2004b]. Da der Aufwand für eine umfassende kontinuierliche Messung für die unzähligen verschiedenen Einzelquellen (Haushalte, Verkehr, ...) zu hoch wäre, greift die OLI

⁸ Core Inventory Air

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 2005. Abweichungen zu bereits in den Vorjahren berichteten Emissionsdaten entstehen durch den kontinuierlichen Verbesserungsprozess der Inventur.

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.

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 ISO 17025 auf und plant die Akkreditierung zur Inspektionsstelle. 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.



1.3 Schadstoffe

Verschiedene Schadstoffe stehen mit unterschiedlichen Auswirkungen auf die Umwelt im 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, an 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 ein Zehntausendstel des Bodenwertes.

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

Schadstoffe	Bezeichnung	Direkte Auswirkungen	Treibhauseffekt	Ozonvorläufer-Substanzen	Versauerung	Eutrophierung	Schwebstaub
SO ₂	SO ₂ und SO ₃ angegeben als SO ₂	X			X		X
NO _x	Stickstoffoxide (NO und NO ₂) angegeben als NO _x	X		X	X	X	X
NM VOC	Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan und ohne Substanzen, die im Montreal Protokoll geregelt werden	X*		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					
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	X					
Dioxine	Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD)	X					
HFC	Wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe		X				
PFC	Perfluorierte Kohlenwasserstoffe		X				
SF ₆	Schwefelhexafluorid		X				
Staub	Staub	X					X
HCB	Hexachlorbenzol	X					

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



1.4 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 Verursacherektoren sind folgende Emittenten enthalten:

1. Sektor: *Energieversorgung*

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

2. Sektor: *Kleinverbraucher*

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

3. Sektor: *Industrie*

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

4. Sektor: *Verkehr*

Straßenverkehr, Bahnverkehr, Schifffahrt, nationaler Flugverkehr

5. Sektor: *Landwirtschaft*

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

6. Sektor: *Sonstige*

Abfallbehandlung und Lösemittelanwendung

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)



Zu Sektor 6: Sonstige

Abfall, Abwasser, Kompostierung (vorwiegend CH₄-Emissionen):

Emissionen aus Mülldeponien

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

Abwasser, Kompostierung

Lösemittelemissionen (vorwiegend NMVOC-Emissionen):

Farb- und Lackanwendung

Reinigung, Entfettung

Herstellung und Verarbeitung chemischer Produkte

Bei allen Emissionswerten ist grundsätzlich zu beachten, dass stets nur anthropogene (vom Menschen verursachte) Emissionen diskutiert werden. Die nicht anthropogenen Emissionen (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.



2 TREIBHAUSGASE

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

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

Das Rahmenübereinkommen über Klimaänderungen

Am 9.5.1992 wurde das Rahmenübereinkommen über Klimaänderungen (UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change) in New York beschlossen und im Juni 1992 am Umweltgipfel in Rio de Janeiro zur Unterzeichnung aufgelegt. Bis 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 trat am 16. Februar 2005 in Kraft.

Durch das Kyoto-Protokoll wurden erstmals verbindliche Treibhausgas-Reduktionsziele für die Industriestaaten festgelegt. Die in Anlage I aufgeführten 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.

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 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

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.

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.

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.

2.1 Emissionstrend 1990-2003

In folgender Tabelle wurden die anthropogenen Emissionen der Treibhausgase CO₂, CH₄, N₂O und der drei F-Gas-Gruppen¹⁵ entsprechend ihrem unterschiedlichen Treibhauspotential ("global warming potential – GWP")¹⁶ berücksichtigt.

Tabelle 4: 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 ¹⁷	61,26	9,80	5,71	1,76	78,54
1990	61,26	9,80	5,71	1,80	78,75
1991	64,75	9,76	6,06	2,08	82,65
1992	59,35	9,46	5,71	1,55	76,06
1993	59,90	9,43	5,56	1,29	76,18
1994	60,20	9,26	6,03	1,55	77,05
1995	63,12	9,14	6,14	1,76	80,16
1996	66,56	8,96	5,79	1,92	83,24
1997	66,53	8,68	5,89	1,95	83,05
1998	66,22	8,56	5,97	1,77	82,51
1999	64,61	8,37	5,81	1,62	80,40
2000	65,45	8,15	5,76	1,72	81,08
2001	69,28	8,02	5,73	1,84	84,87
2002	70,99	7,86	5,64	1,95	86,43
2003	76,21	7,81	5,54	2,00	91,57
Differenz (%) Basisjahr-2003	24,4 %	- 20,3 %	- 3,0 %	13,7 %	16,6 %
Anteile 2003	83,2 %	8,5 %	6,1 %	2,2 %	100 %

Trend

Österreich ist dem Ziel einer dreizehnprozentigen Reduktion von treibhauswirksamen Gasen bis 2010 auch im Jahr 2003 nicht näher gekommen (siehe Abbildung 2). Seit dem Basisjahr sind die Treibhausgasemissionen um 16,6 % gestiegen.

¹⁵ HFKW (teilfluorierte Kohlenwasserstoffe), FKW (vollfluorierte Kohlenwasserstoffe), SF₆ (Schwefelhexafluorid)

¹⁶ 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).

¹⁷ Basisjahr für CO₂, CH₄ und N₂O: 1990; für F-Gase: 1995

Kohlendioxid war im Jahr 2003 mit einem Anteil von 83,2 % hauptverantwortlich für die hohe Summe an Treibhausgasen. Methan trug im selben Jahr 8,5 % bei, gefolgt von Lachgas mit 6,1 % und den drei F-Gasen mit insgesamt 2,2 %.

Die CH₄-Emissionen sind gegenüber dem Basisjahr um 20,3 % gesunken und betragen 2003 7,8 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. Die N₂O-Emissionen sind um 3 % auf 5,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente gesunken. Die Emissionen der F-Gase sind gegenüber dem Basisjahr um 13,7 % gestiegen und betragen 2003 2,0 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente.

Folgende Abbildung zeigt den Emissionstrend der in Österreich emittierten Treibhausgase von 1990 bis 2003:

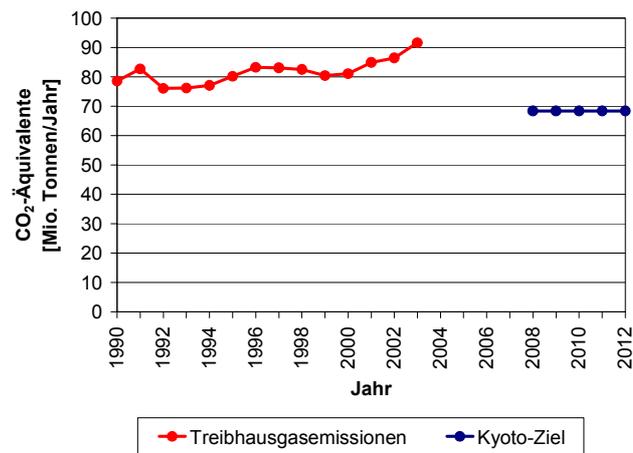


Abbildung 2: Treibhausgastrend 1990 bis 2003 und Kyoto-Ziel 2008-2012

Ursachen

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

Über den Zeitraum 1990-2003 verzeichnete der Verkehr den mit Abstand stärksten (absoluten) Zuwachs, gefolgt von der öffentlichen Strom- und Wärmeproduktion und der Industrie, insbesondere der Eisen- und Stahlerzeugung. Bedeutende Reduktionen wurden hingegen bei den Mülldeponien sowie in der Landwirtschaft erzielt.

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

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

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



2.2 Aktuelle Entwicklung 2002-2003

Im Jahr 2003 betrug die Treibhausgasemissionen Österreichs 91,6 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. Sie waren somit 5,9 % höher als im vergangenen Jahr 2002. Hauptverantwortlich für diese Entwicklung waren die Bereiche Strom- und Wärmeproduktion in kalorischen Kraftwerken, der Straßenverkehr und der Raumwärmesektor.

Treibhausgase

Die den Trend dominierenden CO₂-Emissionen stiegen von 2002 auf 2003 um 7,4 %. Die Methanemissionen gingen im Vergleich zu 2002 um 0,6 % zurück. Die Lachgasemissionen gingen im selben Zeitraum sogar um 1,7 % zurück.

Für die F-Gase gab es in der letzten Inventur neue Erhebungen und es kam somit zu einer Aktualisierung der Zahlen. Bei dieser Gruppe von Treibhausgasen kam es von 2002 auf 2003 zu einem Anstieg von 3 %.

Sektoren

Im Sektor Energieversorgung kam es von 2002 auf 2003 zum massivsten Anstieg (+ 19,9 %) der Treibhausgasemissionen. Im Verkehrssektor sind die Treibhausgasemissionen um 8,0 % und bei den Kleinverbrauchern um 7,5 % gestiegen.

Der größte Rückgang 2003 ist bei der Landwirtschaft mit einer Abnahme um 2,7 % zu verzeichnen. Die Treibhausgasemissionen der Gruppe der Sonstigen (bei den Treibhausgasen hauptsächlich verursacht von Methan aus Mülldeponien, vgl. Kapitel 2.3) verringerten sich um 1,3 %. Im Bereich der Industrie kam es von 2002 bis 2003 zu einer Reduktion um 0,6 %.

2.3 Entwicklung nach Sektoren

In folgender Abbildung sind die Anteile der sechs Verursachersektoren an den Treibhausgasemissionen Österreichs für das Jahr 2003 dargestellt:

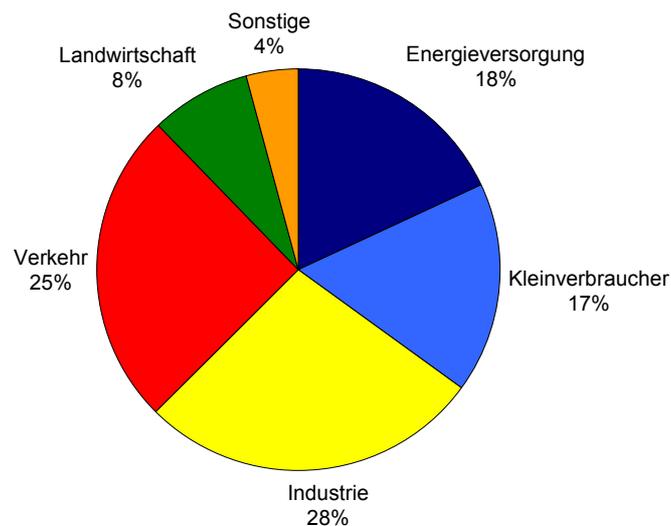


Abbildung 3: Anteile der Verursachersektoren an den Treibhausgasemissionen 2003

Hauptverursacher

2003 lagen die Anteile der einzelnen Emittentengruppen an den gesamten Emissionen der Treibhausgase für den Sektor Industrie bei 28 %, für den Sektor Verkehr bei 25 %, für die Kleinverbraucher bei 18 %, für die Energieversorgung bei 17 % und für die Landwirtschaft bei 8 %. 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 4 ist die absolute und relative Veränderung des Treibhausgasausstoßes der sechs Sektoren von 1990 bis 2003 dargestellt:

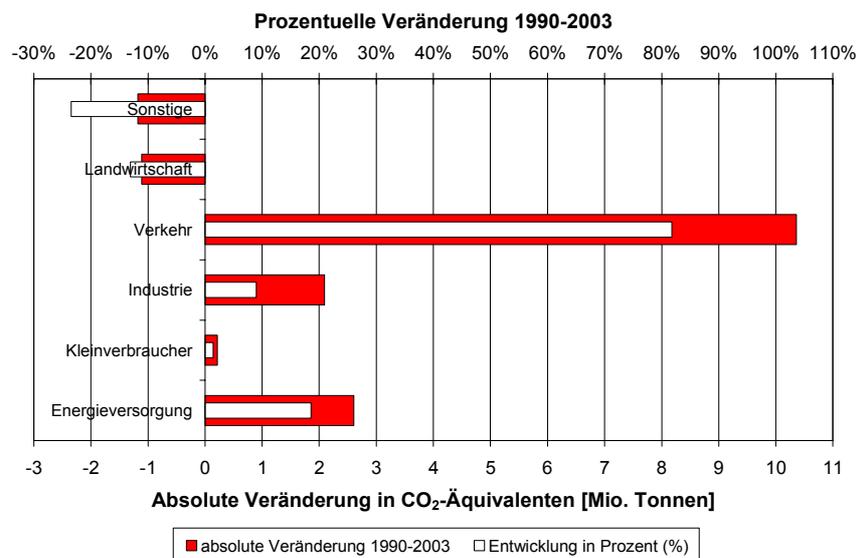


Abbildung 4: Veränderung des Treibhausgasausstoßes der sechs Verursachersektoren von 1990 bis 2003 (absolut in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente und in Prozent)

Trends

Die Treibhausgasemissionen des Sektors Verkehr sind zwischen 1990 und 2003 am meisten, nämlich um 82 % (+ 10,4 Millionen Tonnen) auf 23 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente angestiegen. Es folgt der Energieversorgungssektor mit einem Zuwachs von 19 % (+ 2,6 Millionen Tonnen) auf 16,7 Millionen Tonnen. Mit einem Ausstoß von 25,4 Millionen Tonnen Treibhausgasen im Jahr 2003 ist bei der Industrie ein Zuwachs von 9 % (+ 2,1 Millionen Tonnen) im Vergleich zu 1990 zu verzeichnen. Im Sektor Kleinverbraucher kam es seit 1990 zu einer Zunahme von 1 % (+ 0,2 Millionen Tonnen) auf 15,3 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. Die Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft sind von 1990 bis 2003 um 13 % auf 7,3 Millionen Tonnen (- 1,1 Millionen Tonnen) und jene der Sonstigen um 23 % auf 3,8 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente gesunken (- 1,2 Millionen Tonnen).

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

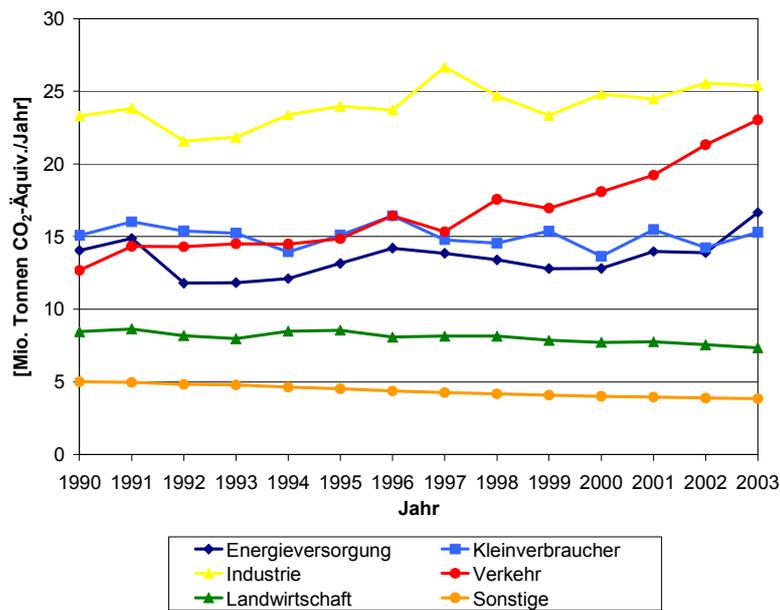


Abbildung 5: Treibhausgasemissionen nach Sektoren 1990-2003

Ursachen

Die Treibhausgase des Verkehrssektors unterliegen den größten Steigerungsraten. Seit 1990 kam es zu einer Zunahme von 82 %. Allein gegenüber dem Vorjahr stiegen die Emissionen um 8 %. 1990 hatte der Sektor Verkehr einen Anteil von 16 % an den gesamten Treibhausgasemissionen, im Jahr 2003 hatte er bereits einen Anteil von 25 %. 99 % der Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors nahm 2003 das bei der Verbrennung von Treibstoffen freigesetzte CO₂ ein, der Rest war zum überwiegenden Teil N₂O. Methan spielt bei den Emissionen des Verkehrssektors kaum eine Rolle.

Die wichtigsten Ursachen für den stark steigenden Trend sind das nach wie vor steigende Verkehrsvolumen in Österreich und der Tanktourismus aufgrund der relativ niedrigen Kraftstoffpreise im Vergleich zu den Nachbarländern. Eine diesbezügliche Studie (LEBENS MINISTERIUM, 2005) zeigt, dass knapp 30 % der bilanzierten Verkehrsemissionen im Jahr 2003 auf den Tanktourismus entfallen.

Die Treibhausgasemissionen der Energieversorgung bestanden 2003 zu 98 % aus CO₂ und zu 2 % aus Methan und stiegen im Zeitraum von 1990 bis 2003 insgesamt um 19 % an. Ab dem Jahr 2000 ist ein massiver Zuwachs zu verzeichnen. Wichtigster Verursacher ist die Strom- und Wärmeproduktion in kalorischen Kraftwerken insbesondere aufgrund des steigenden Stromverbrauches (vgl. Kapitel 8.1). Der Anteil der Energieversorgung an den gesamten Treibhausgasemissionen blieb seit 1990 mit 18 % konstant.

Die Treibhausgasemissionen der Kleinverbraucher nahmen im Zeitraum 1990 bis 2003 um 1 % leicht zu. Ihr Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen nahm im selben Zeitraum hingegen um zwei Prozentpunkte ab. 96 % der Treibhausgasemissionen dieses Sektors bestanden 2003 aus CO₂ und je 2 % aus CH₄ und N₂O. Generell haben sich die Emissionen stark in Abhängigkeit von der Temperaturentwicklung und dem damit verbundenen Heizaufwand entwickelt. Etwa 11 % der Emissionen dieses Sektors stammen von Off-Road-Geräten der Land- und Forstwirtschaft.

Die Treibhausgasemissionen aus dem Industriesektor sind seit 1990 um 9 % gestiegen. Der Anteil der Industrie an den gesamten österreichischen Treibhausgasemissionen dagegen

verringerte sich um zwei Prozentpunkte auf 28 %. Maßgeblich für den Anstieg war die Entwicklung der Kohlendioxidemissionen aus der Eisen- und Stahlerzeugung und aus dem Energieverbrauch der anderen Industriezweige. Die Treibhausgase der Industrie bestanden 2003 zu etwa 88 % aus CO₂, zu 8 % aus F-Gasen und zu 4 % aus N₂O.

Die Treibhausgasemissionen des Landwirtschaftsbereiches bestanden im Jahr 2003 zu 54 % aus CH₄- und zu 46 % aus N₂O-Emissionen. Sie sind seit 1990 um 13 % gesunken. Rückläufige Viehbestandszahlen, der (damit einhergehende) verringerte Anfall von organischem Dünger und ein variierender Kunstdüngereinsatz sind die wesentlichsten Einflussgrößen der Emissionsentwicklung. Der Anteil der Landwirtschaft an den gesamten Treibhausgasemissionen Österreichs war im Jahr 2003 mit 8 % um drei Prozentpunkte niedriger als 1990.

Die Treibhausgasemissionen der Gruppe der Sonstigen setzten sich 2003 zu 82 % aus Methan, zu 12 % aus N₂O und zu 5 % aus CO₂ zusammen. Sie haben seit 1990 um 23 % abgenommen. Ihr Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen hat sich somit im selben Zeitraum von 6 % auf 4 % verringert. Die laufend steigende Gaserfassungsrate bei Deponien sowie die Reduktion der organischen Substanzen im Restmüll stellen für Methan die bedeutendsten Reduktionsmaßnahmen dieses Sektors dar.

2.4 Entwicklung nach Gasen

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

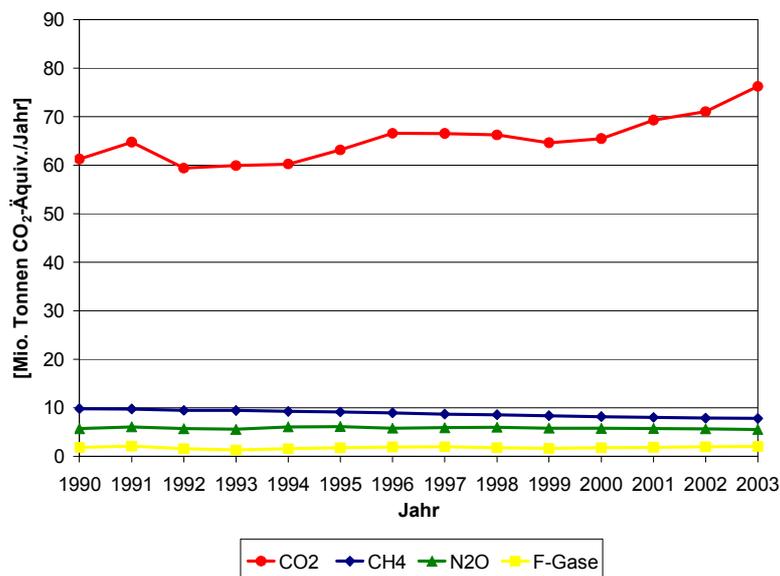


Abbildung 6: Treibhausgasemissionen nach Gasen 1990 bis 2003

CO₂-Emissionen: Sie sind Hauptverursacher des Treibhauseffektes und daher Trend bestimmend. Die anthropogenen CO₂-Emissionen stiegen zwischen 1990 und 2003 um 15 Millionen Tonnen (+ 24,4 %) an und verursachten 2003 83,2 % aller Treibhausgasemissionen. 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 7 ist zu erkennen, dass das CO₂-Stabilisierungsziel 2000 nicht erreicht wurde. Die 24,4 %ige Zunahme von CO₂ seit dem Basisjahr 1990 (Stand 2003) ist Hauptursache für den derzeitigen Treibhausgas-Trend von plus 16,6 %.

CH₄-Emissionen: Die CH₄-Emissionen sind zwischen 1990 und 2003 um 2 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente (- 20,3 %) gesunken. Sie hatten somit 2003 einen Anteil von 8,5 % an den Treibhausgasemissionen. Hauptverantwortlich für die Reduktionen waren der Rückgang des jährlich deponierten Abfalls, der sinkende Kohlenstoffgehalt des Abfalls und der erhöhte Deponieerfassungsgrad im Abfallsektor sowie die sinkenden Rinderzahlen im Landwirtschaftssektor.

N₂O-Emissionen: Die N₂O-Emissionen haben leicht fallende Tendenz. 2003 lagen sie um 3 % unter dem Wert von 1990 und machten 6,1 % aller Treibhausgasemissionen aus. Der Landwirtschaftssektor war mit einem Anteil von 61 % im Jahr 2003 Hauptemittent.

F-Gase: Seit dem Basisjahr 1995 ist die Summe der F-Gase (HFKW, FKW und SF₆) um 13,7 % gestiegen. Ein Grund dafür ist die Verwendung der HFKW statt der verbotenen Ozonzerstörer FCKW in neuen Anlagen. Im Jahr 2003 hatten die F-Gase einen Anteil von 2,2 % an den gesamten Treibhausgasemissionen.

Generell ist in den nächsten Jahren mit einer starken Reduktion der F-Gas-Emissionen zu rechnen, da mit der „HFKW-FKW-SF₆-Verordnung (BGBl. II Nr. 447/2002)“ die Verwendung der F-Gase ab 2003 reguliert und schrittweise weitestgehend verboten wird.

2.4.1 Kohlendioxid (CO₂)

CO₂ entsteht überwiegend durch Verbrennung fossiler Brennstoffe wie Erdgas, Erdöl und Kohle. Im Jahr 2003 wurden in Österreich 76,2 Millionen Tonnen CO₂ emittiert und damit um 15 Millionen Tonnen (24,4 %) 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 sind der CO₂-Trend Österreichs sowie das Stabilisierungsziel 2000 dargestellt:

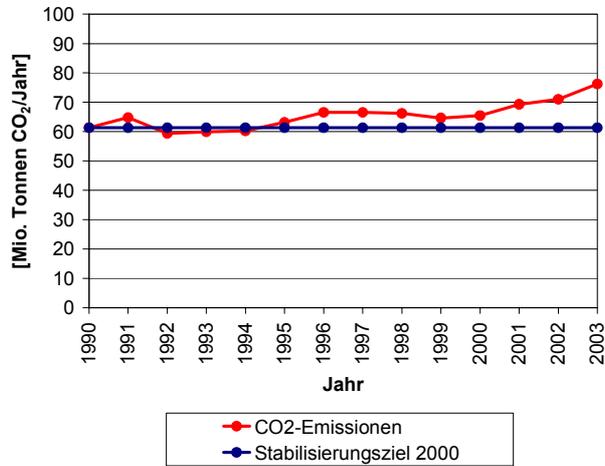


Abbildung 7: CO₂-Emissionen 1990 bis 2003 und Stabilisierungsziel für das Jahr 2000

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 resultierten aus dem Rückgang der Wasserkraftproduktion 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 waren die öffentlichen Strom- und Fernwärmekraftwerke, welche durch den vermehrten Brennstoffeinsatz (insbesondere von Kohle) im Vergleich zu 2000 beachtlich mehr CO₂ emittierten.

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

Von 2002 auf 2003 hat es einen weiteren Anstieg der CO₂-Emissionen um 7,4 % gegeben. Die Hauptursache für den starken Anstieg gegenüber dem Vorjahr war ein Anstieg der öffentlichen Strom- und Wärmeproduktion in kalorischen Kraftwerken. Neben einem starken Anstieg des Stromverbrauches (plus zehn Prozent) kam es gleichzeitig zu einer Verminderung der Stromproduktion aus Wasserkraft infolge eines sehr trockenen Sommers.

Ziel

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



In folgender Abbildung sind die CO₂-Trends nach Verursachersektoren aufgliedert dargestellt:

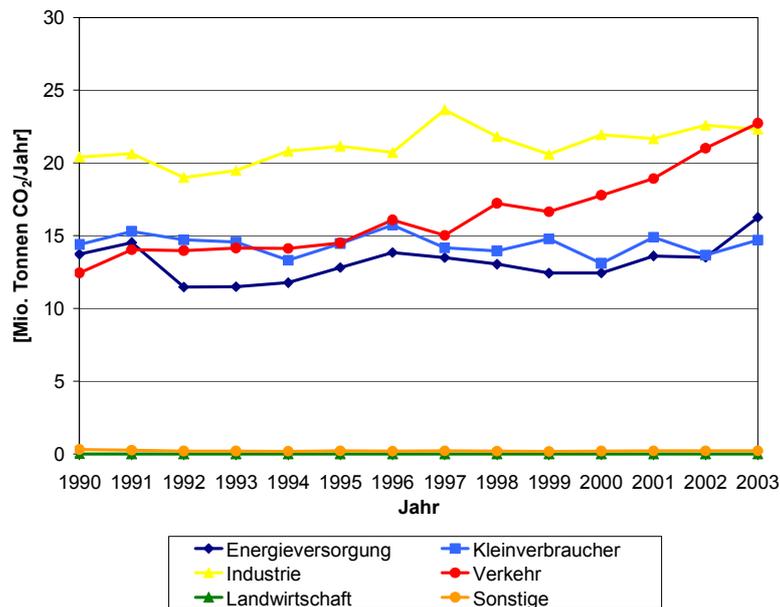


Abbildung 8: CO₂-Trend nach Sektoren 1990 bis 2003

Hauptverursacher und Trends

2003 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 21 % und für den Sektor Kleinverbraucher bei 19 %. Der Sektor Landwirtschaft verursacht keine anthropogenen CO₂-Emissionen, da der Betrieb von Geräten und die Raumheizung im Sektor Kleinverbraucher enthalten sind.

Die CO₂-Emissionen des Sektors Verkehr sind zwischen 1990 und 2003 um insgesamt 83 % angestiegen. Dieser Sektor besitzt eine außerordentliche Dynamik, während die CO₂ Emissionen von 1990 bis 1995 um 17 % stiegen, so ist im Zeitraum 1995 bis 2003 ein Anstieg um 57 %, also mehr als das Dreifache, zu verzeichnen. Im Vergleich zu 2002 weist das Jahr 2003 für diesen Sektor einen um 8,2 % höheren Kohlendioxidausstoß auf.

Die CO₂-Emissionen aus dem Sektor Energieversorgung stiegen um insgesamt 18 %, wobei 2002 auf 2003 ein Anstieg um 20,3 % zu verzeichnen ist.

Im Sektor der Kleinverbraucher kam es seit 1990 zu einem Zuwachs von lediglich 2 %, von 2002 auf 2003 betrug die Steigerung allerdings 7,6 %.

Die Industrie erhöhte ihre CO₂-Emissionen seit 1990 um 9 %. 2002 auf 2003 wurde eine Reduktion um 1,3 % ermittelt.

Bei den Sonstigen (Mülldeponien und Lösemittelanwendung) ist insgesamt eine Reduktion um 32 % zu verzeichnen. Da die CO₂-Emissionen aus diesem Bereich im Jahr 2003 aber nicht einmal 1 % der CO₂-Gesamtemissionen einnahmen, sind sie von sehr untergeordneter Bedeutung.

Ursachen

Die CO₂-Emissionen Österreichs entwickeln sich in etwa parallel zum Einsatz fossiler Energieträger, 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. 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.

2003 war der Sektor Verkehr Hauptverursacher der CO₂-Emissionen. Neben den ständig steigenden Fahrleistungen im Straßenverkehr wirkt sich auch der erhöhte Tanktourismus aufgrund vergleichsweise niedriger Treibstoffpreise in Österreich auf diesen Trend aus. Eine Studie zum Tanktourismus [LEBENSMINISTERIUM, 2005] zeigt, dass knapp 30 % der bilanzierten Verkehrsemissionen im Jahr 2003 auf den Tanktourismus entfallen. Neben privaten PKW dürften insbesondere LKW im internationalen Güterverkehr für den Tanktourismus verantwortlich sein.

Die Hauptursache für den starken Anstieg der CO₂-Emissionen aus dem Sektor Energieversorgung gegenüber dem Vorjahr war ein Anstieg der öffentlichen Strom- und Wärmeproduktion in kalorischen Kraftwerken. Neben einem starken Anstieg des Stromverbrauches (plus fünf Prozent) kam es gleichzeitig zu einer Verminderung der Stromproduktion aus Wasserkraft infolge eines sehr trockenen Sommers.

2.4.2 Methan (CH₄)

Methan ist das zweitwichtigste Treibhausgas mit einem Anteil von 8,5 % an den gesamten Treibhausgasemissionen im Jahr 2003. Es entsteht hauptsächlich bei der Verdauung von Pflanzenfressern (in Österreich primär von Kühen), dem Gülle-Management und beim Abbauprozess in Deponien. Hauptverantwortliche Emittenten sind damit die Landwirtschaft und die der Verursacherguppe der „Sonstigen“ zugeordneten Mülldeponien.

Die in diesem Bericht ebenfalls der Verursacherguppe der Sonstigen zugeordneten Lösemittel besitzen keine Methanemissionen. Die Methanemissionen der Gruppe der Sonstigen werden ausschließlich bei der Abfallbehandlung emittiert. Im Jahr 2003 stammten diese zu 90 % aus Mülldeponien und zu 10 % 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 2003 dargestellt:

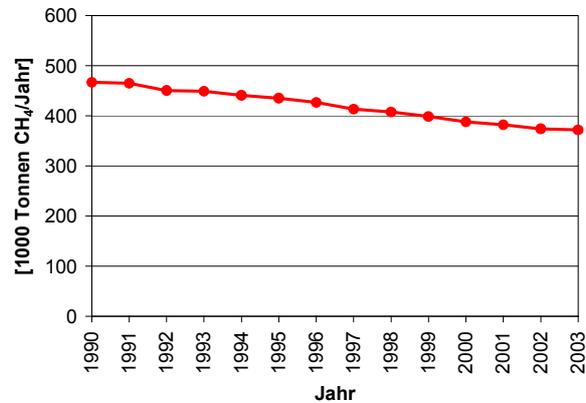


Abbildung 9: CH₄-Trend 1990 bis 2003

Trend

Der CH₄-Emissionstrend besitzt durchwegs fallende Tendenz. Im Jahr 2003 wurden in Österreich 372.000 Tonnen CH₄ emittiert. Das sind um 95.000 Tonnen (- 20,3 %) weniger als im Kyoto-Basisjahr 1990. Im Vergleich zum Vorjahr blieben die Emissionen annähernd konstant.

In folgender Abbildung sind die CH₄-Trends nach Verursachersektoren aufgegliedert dargestellt:

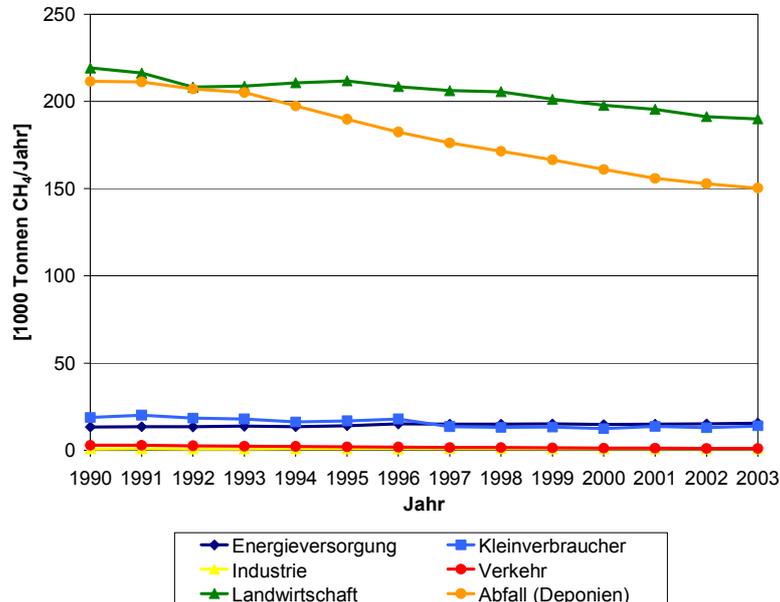


Abbildung 10: CH₄-Trend nach Sektoren 1990 bis 2003

Hauptverursacher und Trends

Die Landwirtschaft hatte 2003 einen Anteil von 51 % 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 % (1990-2003) resultiert vorwiegend aus rückläufigen Rinderstückzahlen.

Der Bereich Abfall (Deponien) verursachte im Jahr 2003 40 % der österreichischen CH₄-Emissionen. Von 1990 bis 2003 kam es in diesem Sektor zu einer Abnahme um 29 %.

Der Energieversorgungssektor war im Jahr 2003 für gut 4 % der Methanemissionen verantwortlich, wobei dieses fast ausschließlich aus Leitungsverlusten nationaler und internationaler Erdgasleitungen stammt.

Die Kleinverbraucher verursachten 2003 ebenfalls 4 % der Methanemissionen. Dabei handelt es sich überwiegend um Emissionen aus Raumheizungsanlagen. Die Sektoren Verkehr und Industrie verursachten mit weniger als 1 % der gesamten CH₄-Emissionen die geringsten Anteile.

Ursachen

Der Rückgang des jährlich deponierten Abfalls, 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 hängen stark vom Viehbestand ab (insbesondere der Rinder). Die Möglichkeiten einer energetischen Verwertung durch Biomethanisierung von Gülle und Mist in Biogasanlagen beinhalten jedoch ein erhebliches Reduktionspotential.

2.4.3 Lachgas (N₂O)

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

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

2003 lag der Anteil der N₂O-Emissionen an den gesamten Treibhausgasemissionen bei 6,1 %.

Folgende Abbildung zeigt den N₂O-Trend Österreichs von 1990 bis 2003:

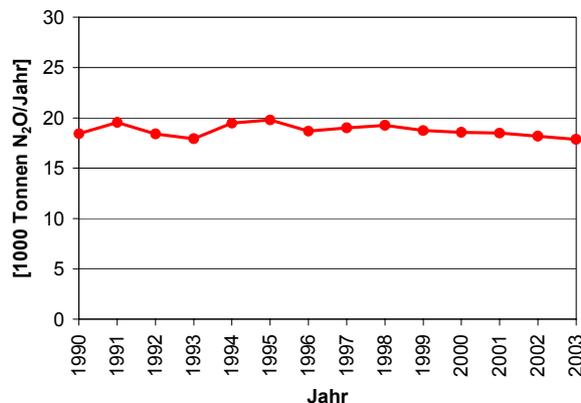


Abbildung 11: N₂O-Trend 1990 bis 2003

Trend

Die N₂O-Emissionen Österreichs sind im Zeitraum 1990 bis 2003 um 3 % gefallen. Im Jahr 2003 wurden in Österreich etwa 18.000 Tonnen N₂O emittiert, das ist um 1,7 % weniger als im Vorjahr.

In folgender Abbildung ist die Entwicklung der N₂O-Emissionen von 1990 bis 2003 für jede Verursachergruppe abgebildet:

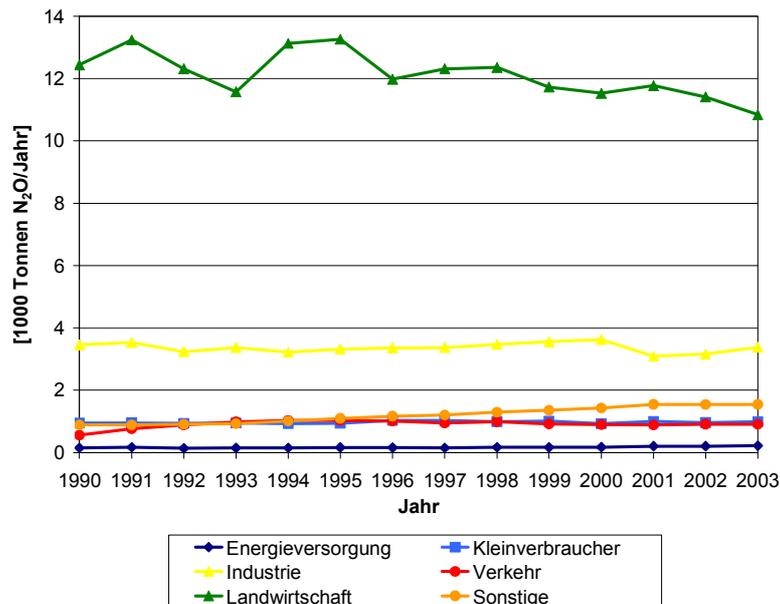


Abbildung 12: N₂O-Trend nach Sektoren 1990 bis 2003

Hauptverursacher und Trends

Hauptverursacher der N₂O-Emissionen ist der Sektor Landwirtschaft. Obwohl es von 1990 bis 2003 zu einer Abnahme von 13 % (- 1.600 Tonnen) der N₂O-Emissionen aus diesem Bereich kam, verursachte die Landwirtschaft 2003 noch immer 61 % der gesamten Lachgasemissionen.

Die Industrie emittierte im Jahr 2003 einen Anteil von 19 % der gesamten N₂O-Emissionen, seit 1990 kam es zu einem Rückgang von 2 % (- 70 Tonnen).

Der massivste Anstieg an N₂O-Emissionen seit 1990 ist im Verkehrsbereich mit 64 % (+ 350 Tonnen) zu verzeichnen. 2003 kamen 5 % aus diesem Bereich.

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

Das von der Gruppe der Sonstigen emittierte N₂O nahm seit 1990 um 75 % (+ 660 Tonnen) zu. Die Emissionen der Energieversorgung stiegen um 47 % (+ 70 Tonnen), jene des Kleinverbrauches um 4 % (+ 30 Tonnen).



Ursachen

Hauptverantwortlich für den Rückgang der Lachgasemissionen in der Landwirtschaft sind der sinkende Mineräldüngereinsatz (- 27 % seit 1990) und der geringere Gülleeinsatz (- 7 %) aufgrund sinkender Viehbestandszahlen.

Lachgas wird bei den Prozessen der Denitrifikation und Nitrifikation durch Mikroorganismen in Böden und Gewässern freigesetzt. Nur jene durch landwirtschaftliche Stickstoffeinträge vermehrt auftretende Mikroorganismenaktivität und die damit einhergehenden zusätzlichen N_2O -Emissionen werden als anthropogen betrachtet.

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

Die N_2O -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: N_2O entsteht beim Gebrauch von Fahrzeugen mit Katalysatoren als ein Nebenprodukt der Reduktion von NO_x .

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

2.4.4 F-Gase (HFKW, FKW und SF_6)

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

Im 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.

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. SF_6 ist das Treibhausgas mit dem höchsten Treibhausgaspotential: eine Tonne SF_6 besitzt das Treibhauspotential von 23.900 Tonnen CO_2 .

Für die F-Gase gab es in der letzten Inventur neue Erhebungen und es kam somit zu einer Aktualisierung der Zahlen.

2003 lag der Anteil der F-Gase an den gesamten Treibhausgasemissionen bei 2,2 %.



Abbildung 13 zeigt die Zusammensetzung der F-Gase in CO₂-Äquivalenten. Sie umfassen die Gruppen der HFKW und FKW sowie das Gas SF₆.

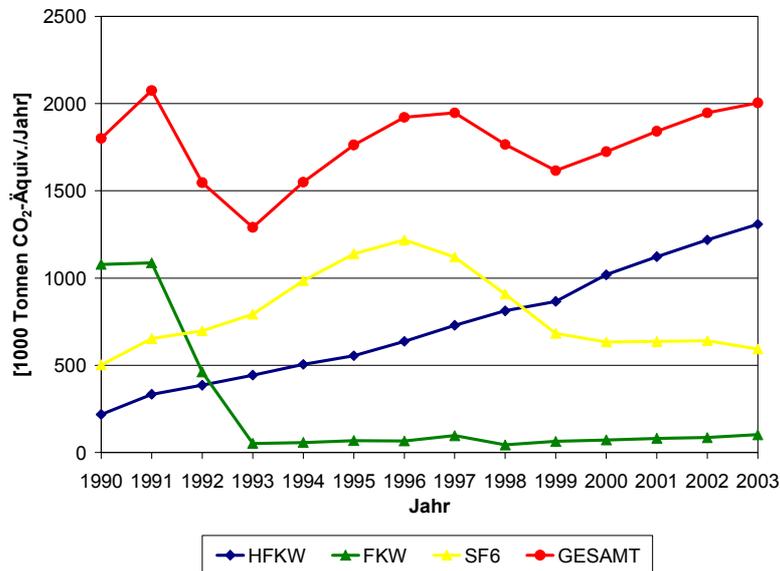


Abbildung 13: Zusammensetzung der F-Gase, Trend 1990 bis 2003

Trends

Die Emissionen der verschiedenen F-Gase zeigen im Zeitraum 1990 bis 2003 stark unterschiedliche Trends. Während Anfang der 90er Jahre der Ausstoß von perfluorierten Kohlenwasserstoffen (FKW) stark reduziert wurde, stiegen die wasserstoffhaltigen Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW) massiv an (+ 136 % seit dem Basisjahr 1995). Der Ausstoß von Schwefelhexafluorid (SF₆) hat nach einer Spitze 1996 wieder rückläufige Tendenz (- 48 % seit dem Basisjahr). Insgesamt stiegen die F-Gas Emissionen seit 1990 um 11 % und seit dem Basisjahr 1995 um 14 % an.

Im Jahr 2003 belegten die HFKW mit 65 % den größten Anteil an den Emissionen der F-Gase, es folgten SF₆ mit 30 % und die FKW mit einem Anteil von 5 % an den 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. Im Gegensatz dazu fanden HFKW vor allem als Ersatzstoffe für FCKW und H-FCKW in Schaumstoffprodukten sowie in Kühl- und Klimageräten vermehrt Verwendung und es war daher eine stark zunehmende Tendenz zu verzeichnen. Der starke Anstieg 1999/2000 war bedingt durch den zusätzlichen Einsatz von wasserstoffhaltigen Fluorkohlenwasserstoffen (HFKW) als Schäumungsmittel für XPS/PU-Platten ab dem Jahr 2000. Die Verwendung von SF₆ ging seit 1996 als Schutzgas in der Magnesiumproduktion schrittweise zurück, im Jahr 2000 wurde kein SF₆ mehr in diesem Bereich eingesetzt. Die wichtigste SF₆ Quelle im Jahr 2000 war die Halbleiterherstellung.



In den nächsten Jahren ist mit einer starken Reduktion der F-Gas Emissionen zu rechnen, da mit der HFKW-FKW-SF6-Verordnung¹⁸ (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 mussten bis Ende März 2004 eingebracht werden. Diese Daten fließen in weiterer Folge in die Österreichische Luftschadstoffinventur ein.

¹⁸ 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.

3 OZONVORLÄUFERSUBSTANZEN

Ozon (O₃) ist ein reaktionsfreudiges Gas, es wird in bodennahen Luftschichten durch die Einwirkung von Sonnenlicht aus den so genannten Ozonvorläufersubstanzen gebildet. Zu diesen Substanzen zählen vor allem flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Stickstoffoxide (NO_x). Darüber hinaus tragen großräumig auch die Schadstoffe Kohlenmonoxid (CO) und Methan (CH₄) zur Ozonbildung bei. 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)*¹⁹. Von den 55 UNECE-Staaten sind derzeit 49 Vertragsparteien der CLRTAP (Stand: April 2005), 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 34.000 Tonnen für 2003 bereits erfüllt)
- NO_x: 107.000 Tonnen/a (Emissionen Österreichs 2003: 229.000 Tonnen)
- NH₃: 66.000 Tonnen/a (mit einem Ausstoß von 54.000 Tonnen für 2003 bereits erfüllt)
- NMVOC: 159.000 Tonnen/a (Emissionen Österreichs 2003: 182.000 Tonnen)

Von 31 unterzeichnenden Parteien wurde es bisher von 16 Staaten (Tschechien, Dänemark, Finnland, Deutschland, Litauen, Lettland, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Portugal, Rumänien, Slowenien, Spanien, Schweden, USA, EU) ratifiziert (Stand April 2005) und trat damit am 17. Mai 2005 in Kraft.

EG-Richtlinie 2001/81/EG über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe²⁰ („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 Jahr 2010 fest, wobei einzelne Abweichungen vom Göteborg-Protokoll vorliegen.

¹⁹ BGBl. Nr. 158/1983

²⁰ Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L309/22 vom 27.11.2001



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)**²¹ in nationales Recht umgesetzt und trat am 1. Juli 2003 in Kraft.

Das Ozongesetz²²

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 14: NO_x-Trend 1985 bis 2003 und Ziele).

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 16: NMVOC-Trend 1988 bis 2003 und Ziele).

3.1 Stickoxide (NO_x)

Stickoxide haben aus mehreren Gründen (direkte Auswirkungen auf die Umwelt, Ozonvorläufersubstanzen, Versauerung, Eutrophierung, Schwebstaub, siehe auch Tabelle 3: In der OLI erfasste Schadstoffe und deren Zuordnung zu verschiedenen Umweltproblemen) eine große ökologische Bedeutung. Sie entstehen überwiegend als unerwünschtes Nebenprodukt bei der Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen bei hoher Temperatur. Der mit Abstand größte Verursacher ist der Verkehr.

²¹Bundesgesetz 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.

²² 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.

In folgender Abbildung sind der NO_x -Trend Österreichs vom Basisjahr 1985 (gemäß Ozongesetz) bis 2003 sowie die Reduktionsziele dargestellt:

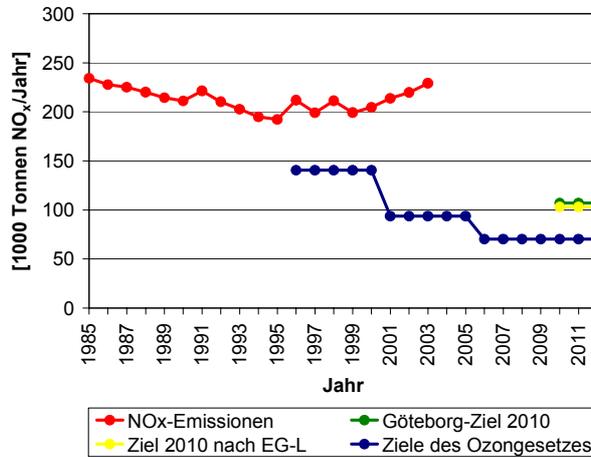


Abbildung 14: NO_x -Trend 1985 bis 2003 und Ziele

Trend

Seit dem Basisjahr 1985 hat sich der Ausstoß von NO_x -Emissionen in Österreich um insgesamt nur rund 2 % verringert. Seit 2000 ist ein deutlich ansteigender Trend zu erkennen. Im Jahr 2003 wurden in Österreich etwa 229.000 Tonnen NO_x emittiert, das sind um rund 4 % mehr als 2002.

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 212.000 Tonnen deutlich verfehlt. Das Ziel für 2001 mit einem NO_x -Ausstoß von höchstens 94.000 Tonnen wurde mit tatsächlichen Emissionen von 214.000 Tonnen ebenfalls nicht erreicht (vgl. Abbildung 14: NO_x -Trend 1985 bis 2003 und Ziele).

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 nach Verursachersektoren vom Basisjahr 1985 (gemäß Ozongesetz) bis 2003 dargestellt:

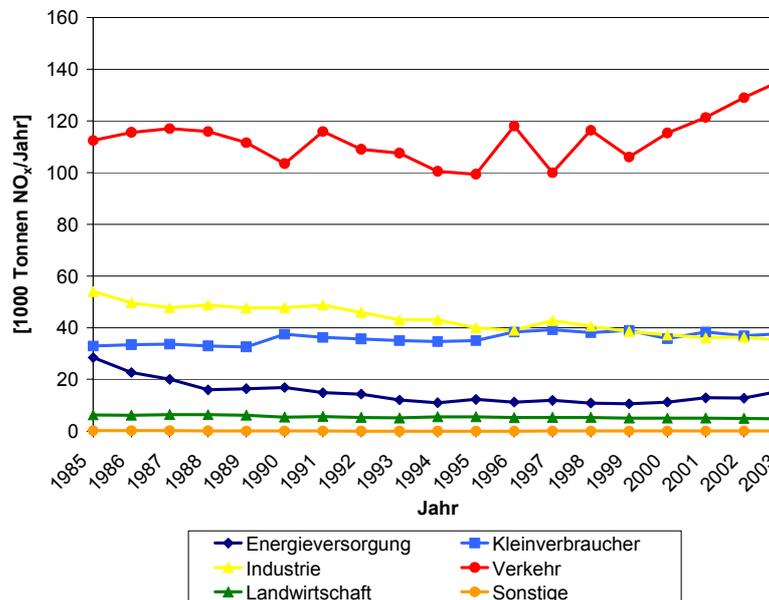


Abbildung 15: NO_x-Trend nach Sektoren 1985 bis 2003

Hauptverursacher und Trends

Der Verkehr ist mit einem Anteil von 59 % (2003) an den gesamten NO_x Emissionen der mit Abstand größte Emittent. Es folgen Kleinverbraucher (17 %) und Industrie (15 %). Die Energieversorgung und die Landwirtschaft trugen im Jahr 2003 mit ihren Emissionsanteilen von 7 % und 2 % bedeutend weniger zur NO_x-Gesamtemission bei.

Während die Emissionen des dominierenden Verkehrssektors seit 1985 um 21 % (23.400 t) gestiegen sind, trugen der Sektor Energieversorgung (- 45 % bzw. - 12.800 t) und die Industrie (- 35% bzw. - 18.800 t) am stärksten zum sinkenden Trend von 1985 bis 2003 bei. Die NO_x-Emissionen der Landwirtschaft nahmen mit 24 % (- 1.500 t) ebenfalls 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

Hauptverursacher im Verkehrssektor ist der Straßenverkehr. Die Einführung des Katalysators für benzinbetriebene PKW bewirkte Ende der 80er Jahre beachtliche Reduktionen der NO_x-Emissionen des Verkehrssektors. Seit 1997 haben die NO_x-Emissionen des Verkehrssektors wieder steigende Tendenz. Von 2002 auf 2003 kam es zu einem Anstieg von rund 5 % in diesem Sektor. Der Grund für diese Entwicklung liegt einerseits im stetigen Zunehmen der Verkehrsleistung sowohl im Güter- als auch Personenverkehr (gemessen in Personen- und Tonnenkilometern). Insgesamt führt die starke Zunahme von Dieselfahrzeugen zu einer Erhöhung der Emissionsmenge, da Dieselfahrzeuge über keinen 3-Wege-Katalysator verfügen und daher mehr NO_x emittieren als Benzinfahrzeuge. Insbesondere sind die Emissionen aus dem Schwerverkehr gestiegen. Dies liegt an den hohen spezifischen Schadstoffemissionen dieser Fahrzeuggruppe sowie dem überdurchschnittlich starken Anstieg der Transportleistung im straßengebundenen Güterverkehr.

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.

3.2 Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC)

Flüchtige Kohlenwasserstoffe entstehen größtenteils beim Verdunsten von Lösemitteln und Treibstoffen sowie durch unvollständige Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen. Sie wirken als Ozonvorläufersubstanzen und einige Substanzen dieser Gruppe haben auch direkte Auswirkungen auf die Umwelt (siehe Tabelle 3: In der OLI erfasste Schadstoffe und deren Zuordnung zu verschiedenen Umweltproblemen).

Da die Emissionen aus der 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 2003 sowie die Reduktionsziele dargestellt:

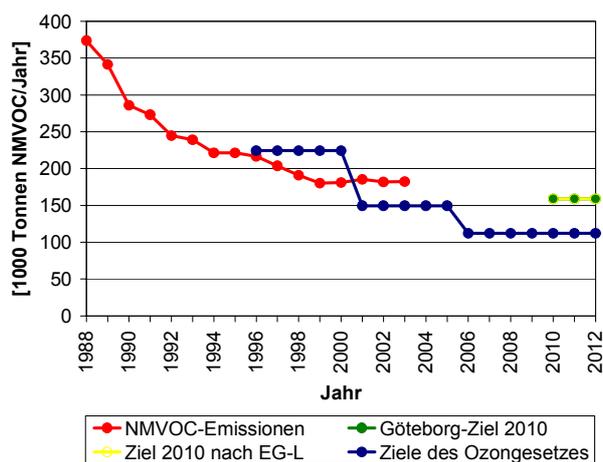


Abbildung 16: NMVOC-Trend 1988 bis 2003 und Ziele

Trend

Eine deutliche Abnahme der NMVOC-Emissionen gab es in der ersten Hälfte der 90er Jahre. Zwischen 1988 und 2003 verringerten sie sich von 374.000 Tonnen auf 182.000 Tonnen, was einem Rückgang um rund 51 % entspricht. In den letzten Jahren blieb die Menge der in Österreich emittierten NMVOC-Emissionen nahezu gleich.

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.

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 224.000 Tonnen wurde mit tatsächlichen Emissionen in der Höhe

von 216.000 Tonnen erreicht. Das Reduktionsziel 2001 (maximal 149.000 Tonnen NMVOC) wurde hingegen um 36.000 Tonnen überschritten.

In folgender Abbildung sind die NMVOC-Trends der einzelnen Sektoren vom Basisjahr 1988 (gemäß Ozongesetz) bis 2003 dargestellt:

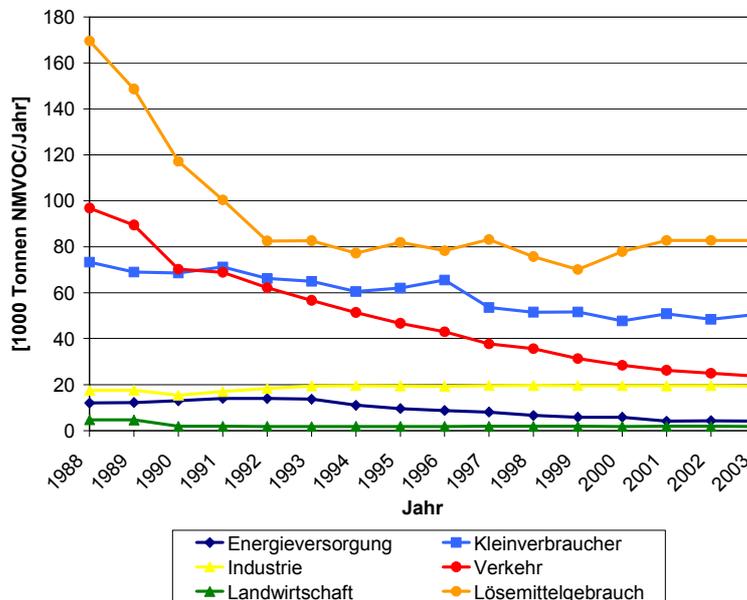


Abbildung 17: NMVOC-Trend nach Sektoren 1988 bis 2003

Hauptverursacher und Trends

Mit einem Anteil von 45 % stammte im Jahre 2003 der überwiegende Teil der NMVOC Emissionen bei der Anwendung von Lösemittel. Die Kleinverbraucher trugen 28 %, der Verkehr 13 %, die Industrie 11 %, die Energieversorgung 2 % und die Landwirtschaft 1 % bei.

Die größten Reduktionen seit 1988 konnten beim Verkehrssektors (- 76 % bzw. - 73.200 t) und bei den Lösemittelenmissionen (- 51 % bzw. - 86.800 t) erreicht werden. Beachtliche Reduktionen sind auch bei den Kleinverbrauchern (- 31 % bzw. - 22.700 t) zu verzeichnen. Die markante Abnahme von 1996 auf 1997 ergibt sich aufgrund der Anwendung verbesserter Emissionsfaktoren bei den Kleinverbrauchern ab 1997. Deutlich zurückgegangen sind ebenfalls die Emissionen aus der Energieversorgung (- 65 % bzw. - 7.800 t), diese Reduktion spielt aber wegen der geringen Emissionsmengen in diesem Bereich eine untergeordnete Rolle. Die NMVOC-Emissionen der Industrie stiegen von 1988 bis 2003 um 11 % (+ 2.000 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 lösemittellarmen 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.

3.3 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 von 1990 bis 2003 dargestellt:

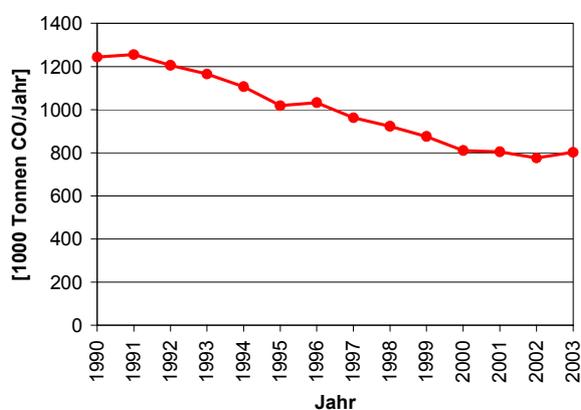


Abbildung 18: CO-Trend 1990 bis 2003

Trend

Die CO-Emissionen in Österreich konnten von 1990 bis 2003 um rund 36 % abgesenkt werden. Mit einem Ausstoß von 802.000 Tonnen im Jahr 2003 wurde somit um 442.000 Tonnen weniger Kohlenmonoxid emittiert als 1990. In den letzten Jahren kam es zu einer Stagnation der Reduktion.

Folgende Abbildung zeigt die Trends der sechs Verursachersektoren:

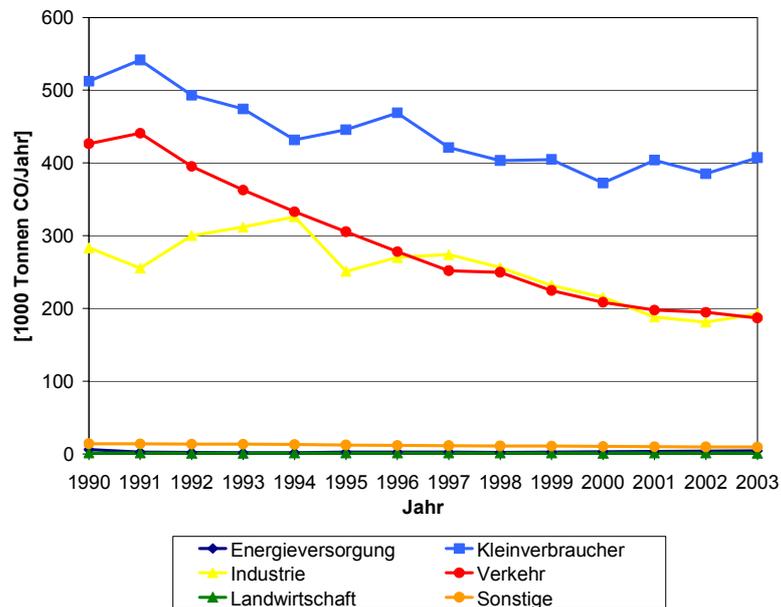


Abbildung 19: CO-Trend nach Sektoren 1990 bis 2003

Hauptverursacher und Trends

Im Jahr 2003 verursachten die Kleinverbraucher 51 %, die Industrie 24 % und der Verkehr 23 % der gesamten CO-Emissionen. Die CO-Emissionen des Energieversorgungssektors, der Landwirtschaft sowie des Sektors Sonstige sind nur von untergeordneter Bedeutung.

Besonders stark war der Rückgang im Verkehrsbereich (- 56 % bzw. - 239.700 t), im Sektor Industrie (- 32 % bzw. - 90.700 t) und bei den Kleinverbrauchern (- 21 % bzw. - 105.200 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.

3.4 Methan (CH₄)

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

4 VERSAUERUNG UND EUTROPHIERUNG

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)²³ berücksichtigt.

Eutrophierung nennt man die Anreicherung eines Lebensraumes durch Stickstoffeintrag, wodurch ein Düngereffekt 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.

4.1 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 Gesamttrend der versauernden Emissionen Österreichs dargestellt:

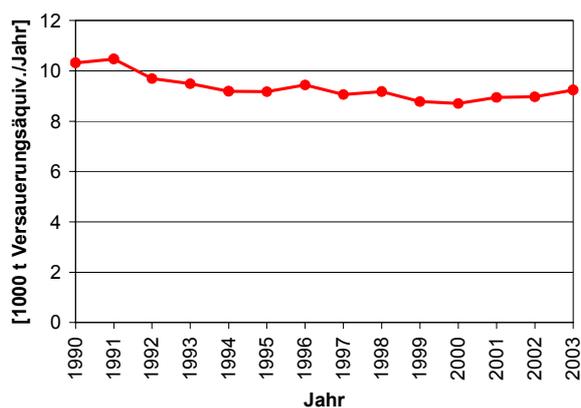


Abbildung 20: Gesamttrend versauernder Luftschadstoffe 1990 bis 2003

²³ 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 konnten die größten Reduktionen dieser Luftschadstoffgruppe erzielt werden. Zwischen 1990 und 2003 konnte eine weitere Verminderung um etwa 10 % erreicht werden.

Die Landwirtschaft und der Verkehr verursachten im Jahr 2003 je etwa 34 % der gesamten versauerungsrelevanten Emissionen. Während in der Landwirtschaft die hohen NH₃-Emissionen ausschlaggebend waren, waren im Sektor Verkehr die Stickoxide von größter Bedeutung. Die Industrie und die Kleinverbraucher waren 2003 für je rund 13 % der Emissionen verantwortlich und die Energieversorgung für rund 7 %.

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

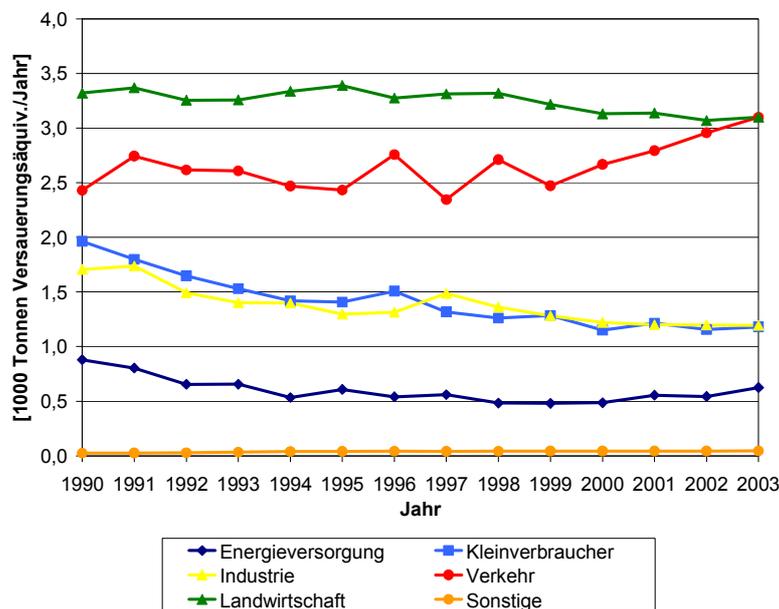


Abbildung 21: Versauerung nach Sektoren 1990 bis 2003

Hauptverursacher und Trends

Im Zeitraum von 1990 bis 2003 erzielten die Kleinverbraucher (- 40 % bzw. - 800 t berechnet in Versauerungsäquivalenten) und der Sektor Industrie (- 30 % bzw. - 500 t) die größten Reduktionen. Der Sektor Energieversorgung (- 29 % bzw. - 300 t) und die Landwirtschaft (- 7 % bzw. - 200 t) konnten ebenfalls ihre versauerungsrelevanten Emissionen verringern. Die Emissionen des Verkehrssektors hingegen sind um 28 % (700 Tonnen) gestiegen.

4.2 Entwicklung nach Gasen

Im Jahr 2003 setzte sich die Summe der versauernd wirkenden Luftschadstoffe aus 53,8 % NO_x , 34,7 % NH_3 , und 11,6 % SO_2 zusammen (in Versauerungsäquivalenten gerechnet).

In folgender Abbildung sind die Emissionstrends der Gase NO_x , NH_3 und SO_2 von 1990 bis 2003 in Versauerungsäquivalenten dargestellt:

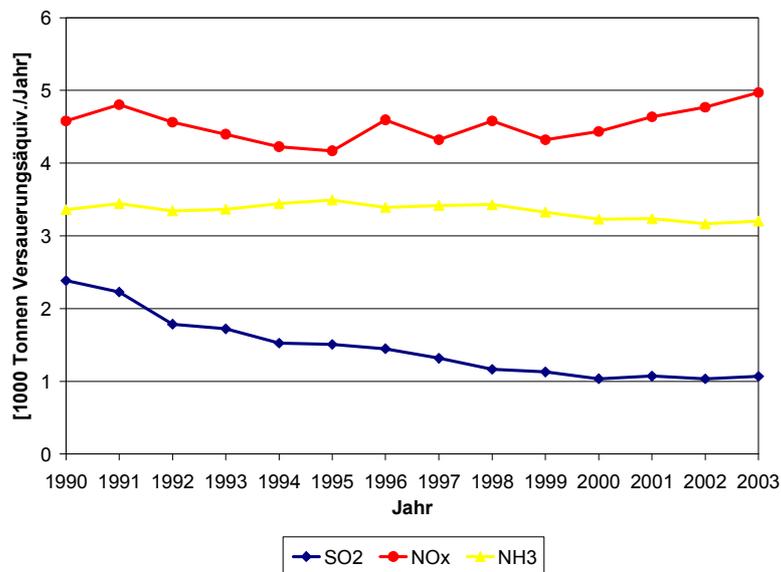


Abbildung 22: Versauerung nach Gasen 1990 bis 2003

SO₂-Emissionen: Im Jahr 2003 lag der gesamte SO_2 -Ausstoß um 55 % (- 1.300 t) unter dem Wert von 1990. In diesem Zeitraum verringerte sich ihr Anteil an der Gesamtmenge der versauernden Luftschadstoffe von 23 % auf 12 %.

NO_x-Emissionen: Die NO_x -Emissionen haben sich in den letzten 12 Jahren um 9 % (400 t) erhöht. Ihr Anteil stieg von 44 % im Jahr 1990 auf 54 % 2003. Hauptverantwortlich für diese Entwicklung ist der starke Anstieg der NO_x -Emissionen des Straßenverkehrs in den vergangenen Jahren.

NH₃-Emissionen: Die NH_3 -Emissionen sind von 1990 bis 2003 um 5 % (- 200 t) gesunken. Ihr Anteil an den versauernden Emissionen hat sich dabei kaum verändert (von 33 % 1990 auf 35 % 2003). Die Landwirtschaft ist Hauptverursacher der NH_3 -Emissionen.

4.2.1 Schwefeldioxid (SO₂)

SO_2 entsteht hauptsächlich beim Verbrennen von schwefelhaltigen 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:

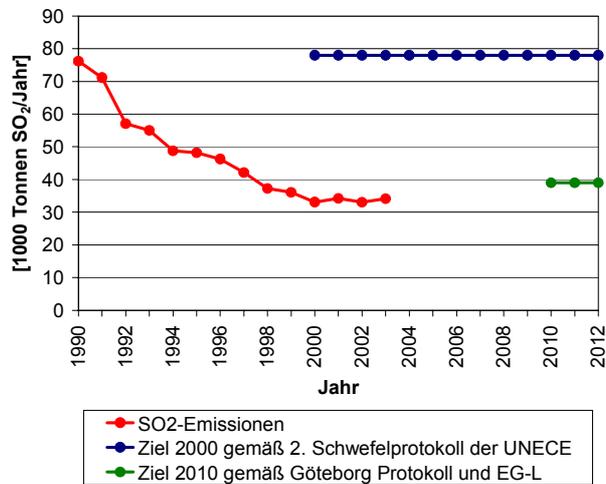


Abbildung 23: SO₂-Trend 1990 bis 2003 und Ziele

Trend

In den letzten zwei Jahrzehnten war 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). 2003 lag der gesamte SO₂-Ausstoß bei rund 34.000 Tonnen und ist somit um 55 % unter dem Wert von 1990.

Ziele

Die im Göteborg-Protokoll und Emissionshöchstmengengesetz-Luft für das Jahr 2010 festgesetzte Emissionsgrenze von 39.000 Tonnen für SO₂ wurde bereits im Jahr 2003 mit 34.000 Tonnen SO₂-Emissionen unterschritten.

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

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

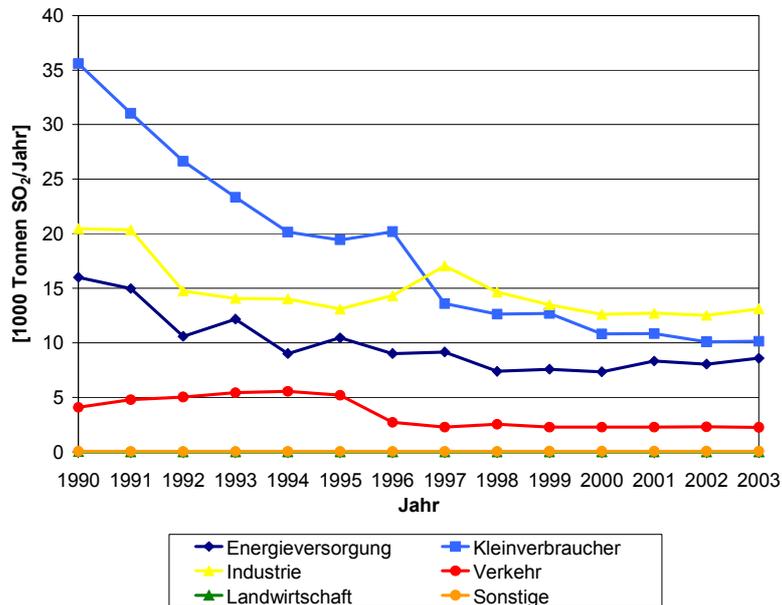


Abbildung 24: SO₂-Trend nach Sektoren 1990 bis 2003

Hauptverursacher und Trends

Die Industrie hat im Jahr 2003 mit einem Anteil von 38 % am meisten Schwefeldioxid emittiert. Die Kleinverbraucher waren für 30 % aller SO₂-Emissionen verantwortlich, wobei der Großteil auf die privaten Haushalte entfiel. Die Energieversorgung emittierte im Jahr 2003 25 % und der Verkehr 7 % aller SO₂-Emissionen. Die SO₂-Emissionen des Sektors Sonstige und der Landwirtschaft sind vernachlässigbar gering.

1990 bis 2003 wurden bei den Kleinverbrauchern (- 71 % bzw. - 25.400 t), der Energieversorgung (- 46 % bzw. - 7.400 t) und der Industrie (- 36 % bzw. - 7.300 t) die größten Reduktionsmengen erreicht. Im Bereich des Verkehrs sanken die Emissionen um 45 % (- 1.800 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 (Luftreinhaltengesetz 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 SO₂-Emissionen bis zum Jahr 2000 bei der Energieversorgung, insbesondere den Heiz- und Wärmekraftwerken, ist zum Großteil auf Maßnahmen aufgrund des

Luftreinhaltegesetzes für Kesselanlagen (und seines Vorläufers, dem Dampfkessel-emissionsgesetz) zurückzuführen. Dieses Gesetz führte im Bereich der Dampfkesselanlagen zum vermehrten Einsatz von Entschwefelungsanlagen sowie zu Umstellungen auf schwefel-ärmere bzw. schwefelfreie Brennstoffe (z. B. Erdgas). In den letzten Jahren wurde in den kalorischen Kraftwerken wieder verstärkt Kohle verheizt, was zu einem Anstieg der SO₂-Emissionen führte (vgl. Kapitel 8.1 Energieversorgung).

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

4.2.2 Ammoniak (NH₃)

NH₃ entsteht hauptsächlich beim Abbau von organischem und mineralischem Dünger. Die Landwirtschaft ist somit Hauptquelle der Ammoniakemissionen.

In folgender Abbildung sind der NH₃-Trend Österreichs und die Reduktionsziele für 2010 dargestellt:

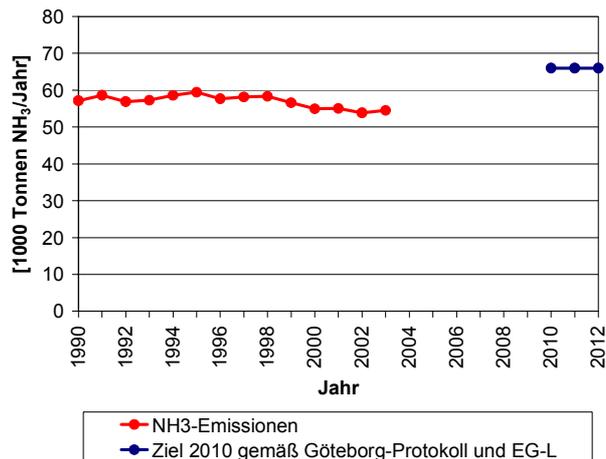


Abbildung 25: NH₃-Trend 1990 bis 2003 und Ziele

Trend

Die Ammoniakemissionen haben rückläufige Tendenz. Sie nahmen im Zeitraum 1990 bis 2003 um insgesamt 5 % (- 2.700 t) ab.

Ziele

Die NH₃-Emissionen Österreichs liegen im gesamten Verlauf unter dem Ziel von maximal 66.000 Tonnen NH₃/Jahr für das Jahr 2010 gemäß Göteborg-Protokoll und Emissionshöchstmengengesetz-Luft.

In folgender Abbildung sind die NH_3 -Trends nach Verursachersektoren dargestellt:

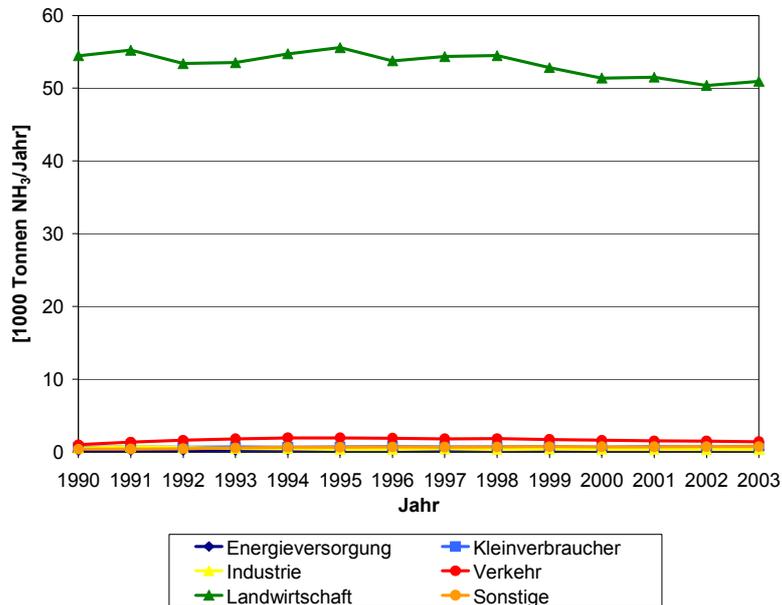


Abbildung 26: NH_3 -Trend nach Sektoren 1990 bis 2003

Hauptverursacher und Trends

Der Trendverlauf wird eindeutig von der Landwirtschaft dominiert. Im Jahr 2003 betrug der Anteil der Landwirtschaft an den gesamten NH_3 -Emissionen Österreichs 94 %.

Ursachen

Die landwirtschaftlichen Ammoniakemissionen entstehen bei der Ausbringung von organischem und mineralischem Dünger, der Viehhaltung sowie der Lagerung von Gülle und Mist (vgl. Kapitel 8.5 Landwirtschaft).

Im Sektor Verkehr hat die Einführung des Katalysators bei benzinbetriebenen Fahrzeugen einen Anstieg der NH_3 -Emissionen Ende der 80er bis Anfang der 90er Jahre bewirkt. Im Jahr 2003 betrug der Anteil dieses Sektors an den gesamten NH_3 -Emissionen Österreichs 3 %.

4.2.3 Stickoxide (NO_x)

Der Luftschadstoff NO_x ist auch eine Ozonvorläufersubstanz und wurde daher bereits im Kapitel 3 diskutiert.

5 STAUB

5.1 Einleitung

Was in der Umgangssprache einfach mit Staub bezeichnet wird, ist tatsächlich ein komplexes, heterogenes Gemisch. Dieses Gemisch ist hinsichtlich der möglichen Inhaltsstoffe (z. B. Sulfat, Nitrate, Ammoniak, Natriumchlorid, elementarem und organischem Kohlenstoff, Mineralstaub und Wasser) als auch bezüglich seiner oft zerklüfteten Struktur sehr heterogen. Staub besteht aus primären, d. h. direkt emittierten Partikeln, wie auch aus sekundär gebildeten Partikeln, die in der Atmosphäre aus Gasen entstehen. Abbildung 27 zeigt schematisch den Zusammenhang zwischen Emission, Transmission und Immission.

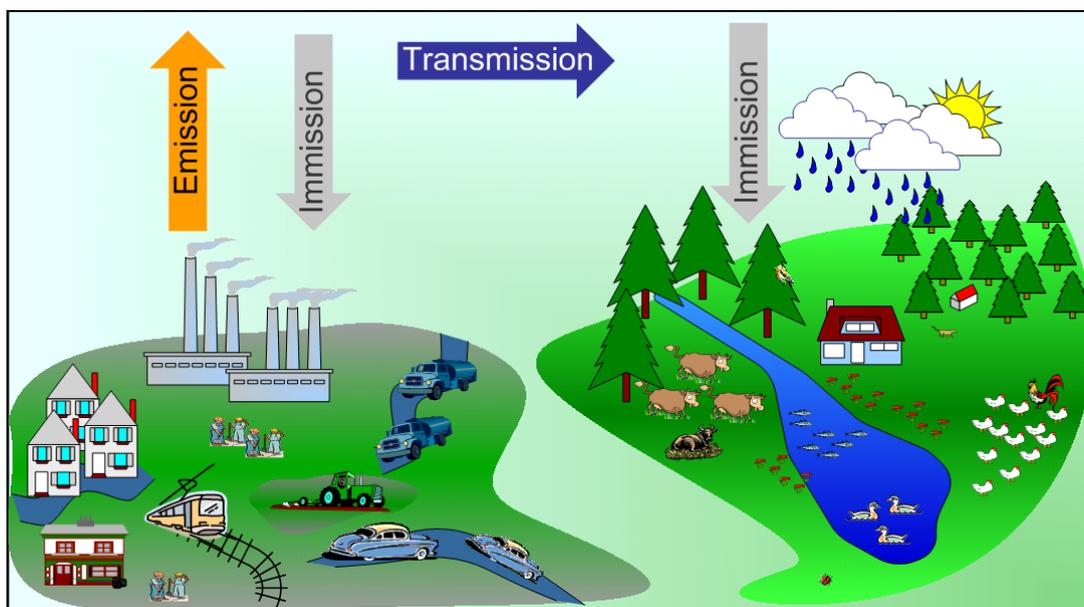


Abbildung 27: Zusammenhang zwischen Emission, Transmission und Immission

Die Staubbelastung der Atmosphäre wird durch menschliche (anthropogene) Aktivitäten direkt und indirekt beachtlich erhöht. Die Staubemissionen von gefassten und diffusen Quellen (vgl. Abbildung 29) aus z. B. der Industrie, dem Verkehr, der Landwirtschaft und den Haushalten werden mit dem Wind durch Luftströmungen über eine mehr oder weniger lange Wegstrecke (auch über die österreichischen Grenzen) transportiert, was als Transmission bezeichnet wird (vgl. Abbildung 27). Die Transmission ist u. a. abhängig von Faktoren wie

- den Umfang und der Menge sowie der Art der Emissionen (inkl. Austrittshöhe, Temperatur, etc);
- den meteorologischen Ausbreitungsbedingungen (Windrichtung und –geschwindigkeit, Temperaturschichtung der Atmosphäre, Bewölkung u.a.);
- den topographischen Gegebenheiten wie
 - ▶ Relief (Geländeerhebungen, Gebirgszüge, Taleinschnitte) und
 - ▶ Landnutzung (Wald, Landwirtschaftliche Nutzfläche, Seen, usw.);
- z. B. Schornsteinhöhe der Emittenten.



Die auf Menschen, Tiere, Pflanzen und Sachgüter einwirkenden Luftverunreinigungen bezeichnet man als Immissionen. Die Immissionssituation in den bodennahen Luftschichten wird u. a. bestimmt

- durch Umfang und Art der Emissionen;
- den meteorologischen Ausbreitungsbedingungen;
- den topographischen Gegebenheiten;
- der Gestalt und Anzahl der Gebäude bzw. Siedlungsstruktur.

Von der Emission kann aber nicht unmittelbar auf die Immission, d. h. die Schadstoffkonzentration in der Luft, geschlossen werden, da die bei Staub genannten Emissions- und Immissionsangaben sich jeweils auf eine unterschiedliche Staubzusammensetzung beziehen:

- Bei den Emissionsdaten handelt es sich um Angaben zum Ausstoß von Schwebestaub aus gefassten und diffusen primären Quellen.
- Hingegen umfassen gemessene Immissionskonzentrationen neben Staub aus primären Quellen vor allem auch sekundär aus gasförmigen Luftschadstoffen gebildeten Staub. Zudem umfassen die Angaben zur Immission zum einen Immissionen aus direkt vor Ort befindlichen Emissionsquellen und zum anderen aufgrund der Transmission z. T. über weite Strecken verfrachteten und evtl. umgewandelten Feinstaub.

5.1.1 Definition von Staub

Im Unterschied zu den anderen Luftschadstoffen hat Staub, wie bereits oben beschrieben, keine einheitliche chemische Zusammensetzung sondern 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 erheblich unterscheiden können. Tabelle 5 gibt eine 'idealisierte' Darstellung des Zusammenhangs der Korngröße, der chemischen Zusammensetzung und der Quellen des Schwebestaubs an.

Tabelle 5: Idealisierter Zusammenhang zwischen Korngröße, chemischer Zusammensetzung und Schwebestaubquellen [nach EPA, 2003]

	Feine Partikel (< 2,5 µm)	Grobe Partikel (> 2,5 µm)
Entstehung aus	Gasen	Größere Partikeln
Entsteht bei	<ul style="list-style-type: none"> ▪ chemischen Umwandlungen ▪ Nukleation* ▪ Kondensation ▪ Koagulation** ▪ Evaporation*** von Nebel- und Wolkentropfen, in denen Gase gelöst waren 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ mechanischen Vorgängen (Abrieb, Vermahlen, ..) ▪ Aufwirbelung
Zusammensetzung des Staubes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sulfat ▪ Schwermetalle ▪ Nitrat ▪ Wasser ▪ Ammonium ▪ elementarer und organischer Kohlenstoff 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufgewirbelter Staub ▪ Flugasche ▪ Elemente der Erdkruste ▪ Meersalz, ▪ Pollen und Sporen, ▪ andere Teilchen biogenen Ursprungs
Löslichkeit	Teilweise löslich, oft hygroskopisch	oft unlöslich und nicht-hygroskopisch
Quellen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verbrennungsvorgänge ▪ Landwirtschaft ▪ atmosphärische Transformationen (sekundäre Partikel) ▪ bestimmte industrielle Prozesse ▪ Lösemittel 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ (Wieder-)Aufwirbelung von Staub auf Straßen ▪ Winderosion ▪ Aufwirbelung durch anthropogene Tätigkeiten (Schüttvorgänge, Verkehr, Bergbau, Abbruch- und Bauarbeiten) ▪ biologische Quellen
Verweildauer in der Atmosphäre	Tage bis Wochen	Stunden bis Tage
Atmosphärische Transportdistanz	einige 100 bis > 1000 km	< 1 km bis einige 100 km

Anmerkung:

* Nukleation: Kondensationskeimbildung

** Koagulation: Zusammenballung kleiner Wassertropfen bzw. die Aufnahme kleiner Wassertropfen durch große beim Fall zur Erde (Tröpfchenwachstum)

*** Evaporation: Verdunstung von Wasser auf unbewachsenem/freiem Land oder Wasserflächen

Die Größe der Partikel ist aus gesundheitlicher Sicht von großer Bedeutung, da sie die Eindringtiefe in den Atemwegstrakt bestimmt. Deshalb wird Staub üblicherweise über die Größenverteilung der erfassten Partikel definiert. Die gebräuchlichsten Messgrößen, die auch zur Charakterisierung von Emissionen verwendet werden, sind in Tabelle 6 angeführt.

Tabelle 6: Größenfraktionen zur Erfassung der Schwebstaubbelastung

Bezeichnung	Kurzbeschreibung	Beschreibung
TSP	Masse des Gesamtschwebstaubes (im IGL-Schwebstaub genannt)	Als Gesamtschwebstaub (Total suspended particulates = TSP) wird die mit konventionellen Sammlern gemessene Schwebstaubkonzentration bezeichnet. Dabei wird ein Großteil der luftgetragenen Partikel erfasst.
PM10	Im deutschen Sprachraum hat sich die Bezeichnung "Feinstaub" für PM10 eingebürgert.	Particulate matter (Schwebstaub) mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner gleich 10 µm. Die derart bestimmte Staubfraktion ist eine Teilmenge des TSP.
PM2,5	Feine Partikel	Particulate matter (Schwebstaub) mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner gleich 2,5 µm. Die derart bestimmte Staubfraktion ist eine Teilmenge des PM10 und sollte weitgehend der alveolengängigen Fraktion entsprechen.
PM10 - PM2,5	Im Englischen als „coarse fraction“ bezeichnet.	Partikel die größer als 2,5 µm sind aber kleiner als 10 µm

Der Gesamtschwebstaub, im Englischen als Total suspended particulates (TSP) bezeichnet, umfasst alle luftgetragenen Partikel. PM10 beinhaltet die Mengen an Schwebstaub mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner gleich 10 µm. PM2,5 beinhaltet die Mengen an Schwebstaub mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner gleich 2,5 µm. PM10 stellt eine Teilmenge von TSP dar, PM2,5 ist wiederum eine Teilmenge von PM10 (vgl. Abbildung 28). Im deutschen Sprachgebrauch hat sich die Bezeichnung 'Feinstaub' für PM10 und 'feine Partikel' für PM2,5 eingebürgert.

Die verschiedenen Quellen der atmosphärischen Staubbelastung können, wie in Abbildung 29 dargestellt, in primäre und sekundäre Partikel unterschieden werden. Eine Beschreibung der Emissionen der Vorläufersubstanzen SO₂, NO_x und NH₃ aus sekundären Quellen erfolgt in den Kapiteln 3 und 4.

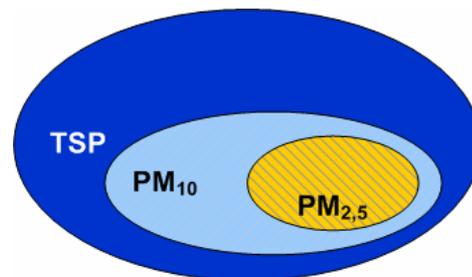


Abbildung 28: Schematische Darstellung der Mengenverteilung der von TSP, PM10 und PM2,5

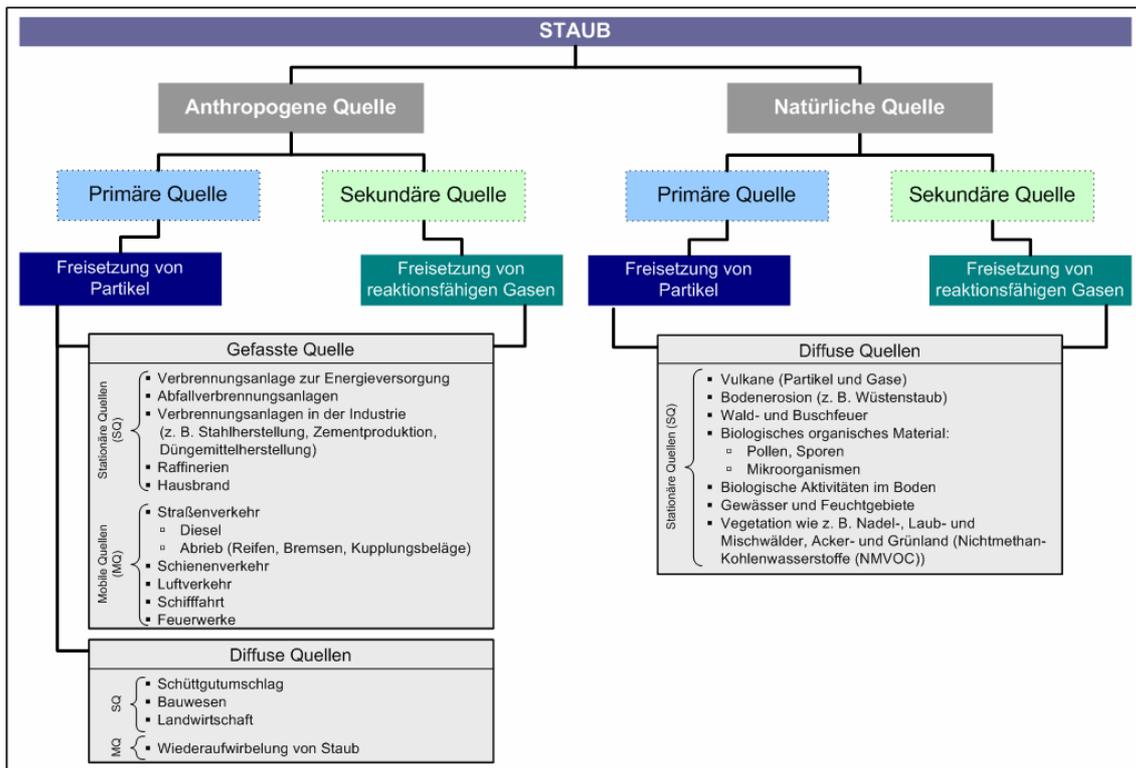


Abbildung 29: Schematische Einordnung der Staubquellen

5.1.2 Allgemeine Informationen zur Emissionsinventur

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

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 Gesamtschwebstaub (TSP) sowie für Fraktionen mit weniger als 10 µm bzw. 2,5 µm aerodynamischem Durchmesser (PM₁₀ sowie PM_{2,5}). In der österreichischen Staubinventur werden nur primäre Emissionen anthropogenen Ursprungs berücksichtigt. Die Ergebnisse dieser Studie dienen als Grundlage für die Ermittlung der Staubemissionen der Luftschadstoff-Inventur für die Jahre 1990 bis 2003.

Die Staubemissionen des Verkehrssektors, d. h. die Abgas- und Abriebemissionen, wurden mit Hilfe der aktuellen Version des Handbuchs der Emissionsfaktoren berechnet [HAUSBERGER 1998]. Die Staubemissionen durch Aufwirbelung wurden nicht betrachtet.

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 (vgl. Kapitel 5.5).



5.2 Gesamttrend 1990 - 2003

In folgender Abbildung sind die Staubemissionen Österreichs für die Jahre 1990, 1995 und 1999 bis 2003 dargestellt. Die Daten der Jahre 1991 - 1994 und 1996 - 1998 wurden mittels Interpolation ermittelt und sind daher gestrichelt dargestellt.

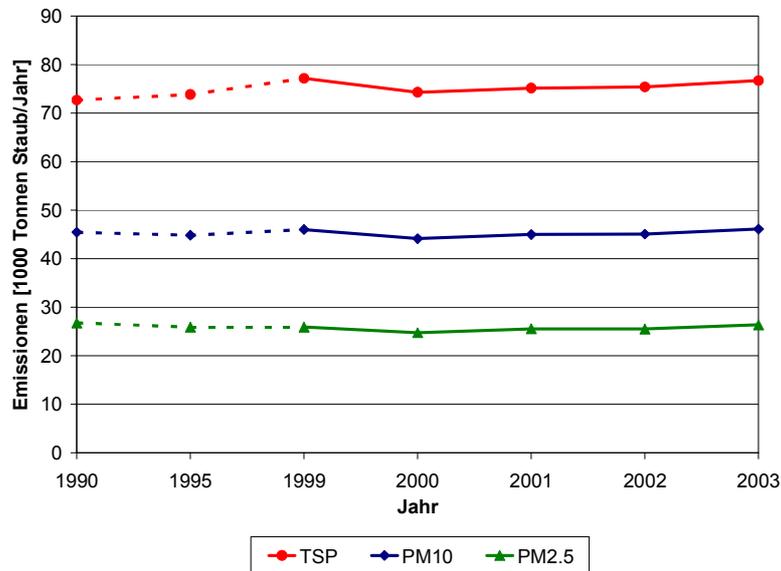


Abbildung 30: Emissionen von TSP, PM10 und PM2,5 für 1990, 1995 und 1999 bis 2003

Wie in Abbildung 30 dargestellt, haben im Zeitraum 1990 bis 2003

- die Gesamtschwebstaubemissionen (TSP) von etwa 73.000 Tonnen um 6 % auf etwa 77.000 Tonnen zugenommen;
- die PM10-Emissionen von etwa 45.000 Tonnen um 1 % auf etwa 46.000 Tonnen zugenommen;
- die PM2,5-Emissionen von etwa 27.000 Tonnen um 2 % auf etwa 26.000 Tonnen abgenommen.

Als maßgebliche Verursacher des Staubes konnten folgende Verursacher identifiziert werden:

- Verkehr (Abgasemissionen sowie Emissionen aus Abrieb- und Bremsvorgängen);
- Industrie, hier vor allem die Bautätigkeit (Schüttgutumschlag);
- Hausbrand (vor allem Festbrennstoffe).

Eine vor allem in Städten bedeutende Emissionsquelle stellt darüber hinaus die Aufwirbelung von Straßenstaub dar, die jedoch in der beschriebenen Inventur nicht enthalten ist.

5.3 Entwicklung nach Sektoren

In der Abbildung 31 sind die österreichischen Emissionen von PM10 der sechs Verursacherektoren Industrie, Verkehr, Landwirtschaft, Energieversorgung und Kleinverbraucher sowie des Sektors Sonstige für die Jahre 1990, 1995 und 1999 bis 2003 dargestellt.

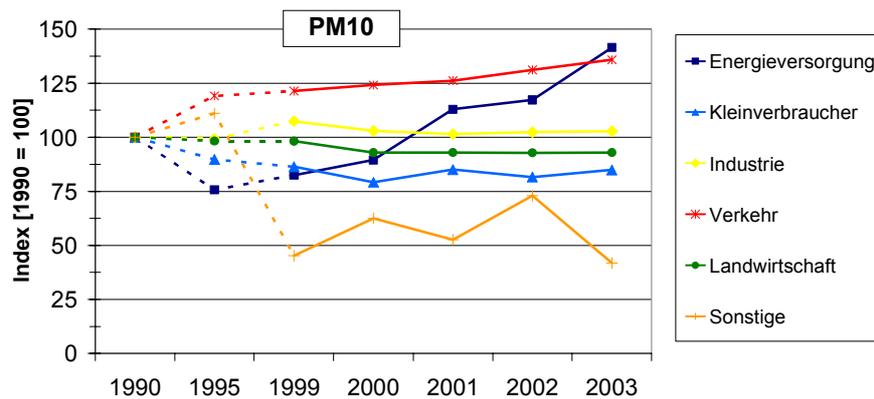


Abbildung 31: Trend der PM10-Emissionen nach Sektoren für 1990, 1995 und 1999 bis 2003

Die Emittentengruppe mit der größten Zuwachsrate ist der Sektor der Energieversorgung, denn im Zeitraum 1990 bis 2003 haben

- die Gesamtschwebstaubemissionen (TSP) von etwa 1.300 Tonnen um 39 % auf etwa 1.800 Tonnen zugenommen;
- die PM10-Emissionen von etwa 1.000 Tonnen um 42 % auf knapp 1.500 Tonnen zugenommen;
- die PM2,5-Emissionen von gut 800 Tonnen um 45 % auf etwa 1.200 Tonnen zugenommen.

Doch aufgrund des geringen Anteils an den österreichischen Staubemissionen ist dieser Zuwachs von nachrangiger Bedeutung (vgl. Kapitel 5.4.1). Im Sektor Energieversorgung konnten durch die Umstellung von aschereichen Brennstoffen wie Kohle und schweres Heizöl auf aschearme oder -freie Brennstoffe wie Erdgas sowie durch den Gebrauch von Staubabscheidern und den Einsatz von kombinierten Staub-Schwefel-Reduktionsverfahren die Staubemissionsfrachten der Wärmekraftwerke bereits in den 80er Jahren erheblich gesenkt werden. Doch aufgrund der stetig steigenden Energieproduktion bzw. -verbrauchs verzeichnet dieser Sektor allerdings wieder eine hohe Zuwachsrate.

Im Sektor Kleinverbraucher konnten im Zeitraum 1990 bis 2003

- die Gesamtschwebstaubemissionen (TSP) von etwa 14.000 Tonnen um 15 % auf etwa 12.000 Tonnen gesenkt werden;
- die PM10-Emissionen von etwa 13.000 Tonnen um 15 % auf knapp 11.000 Tonnen gesenkt werden;
- die PM2,5-Emissionen von gut 12.000 Tonnen um 15 % auf etwa 10.000 Tonnen gesenkt werden.

Aufgrund des hohen Anteils dieses Sektors an den österreichischen Staubemissionen stellen diese Emissionen trotz der Reduzierung ein erhebliches Problem dar. Die Senkung der Emissionen konnte durch die fortschreitende Anbindung an das öffentliche Erdgas- und Fernwärmenetz bzw. den Ersatz alter Heizungsanlagen durch neue bzw. moderne Technologien und den Wechsel zu emissionsärmeren Brennstoffen zur Raumwärmeerzeugung bewirkt werden (vgl. Kapitel 5.4.2).



Im Industriesektor sind im Zeitraum 1990 bis 2003

- die Gesamtschwebstaubemissionen (TSP) von etwa 29.000 Tonnen um 11 % auf etwa 32.000 Tonnen gestiegen;
- die PM10-Emissionen von etwa 17.700 Tonnen um 3 % auf knapp 18.200 Tonnen gestiegen;
- die PM2,5-Emissionen von gut 9.000 Tonnen um 7 % auf etwa 8.000 Tonnen gesunken.

Angesichts des hohen Anteils dieses Sektors an den österreichischen Staubemissionen stellen diese Emissionen ein erhebliches Problem dar. Als wesentliche Quellen sind die steigenden Aktivitäten im Bausektor bzw. in der Mineralverarbeitende Industrie identifiziert (vgl. Kapitel 5.4.3).

Im Verkehrssektor sind im Zeitraum 1990 bis 2003

- die Gesamtschwebstaubemissionen (TSP) von etwa 11.000 Tonnen um 32 % auf etwa 15.000 Tonnen gestiegen;
- die PM10-Emissionen von etwa 6.000 Tonnen um 36 % auf gut 8.000 Tonnen gestiegen;
- die PM2,5-Emissionen von etwa 4.000 Tonnen um 39 % auf etwa 6.000 Tonnen gestiegen.

Die Staubemissionen des Verkehrssektors tragen zu einem Fünftel an den österreichischen Staubemissionen bei, was zusammen mit den hohen Zuwachsraten ein großes Problem darstellt. Die hohen Zuwachsraten sind auf die immer weiter steigende Anzahl an Fahrzeugen respektive die Steigerung der Fahrleistung (Personen und Fracht) zurückzuführen (vgl. Kapitel 5.4.4). Technische Verbesserungen bei den Abgasemissionen wurden durch einen rapiden Zuwachs von Diesel-Pkw mehr als wettgemacht.

Im Bereich der Landwirtschaft sind im Zeitraum 1990 bis 2003

- die Gesamtschwebstaubemissionen (TSP) von etwa 17.000 Tonnen um 7 % auf knapp 16.000 Tonnen gesunken;
- die PM10-Emissionen von knapp 8.000 Tonnen um 7 % auf gut 7.000 Tonnen gesunken;
- die PM2,5-Emissionen von etwa 900 Tonnen um 11 % auf etwa 800 Tonnen gesunken.

Hauptverantwortlich für den fallenden Trend sind die sinkenden Viehzahlen sowie der rückläufige Getreideanbau.

Im Sektor Sonstige sind im Zeitraum 1990 bis 2003

- die Gesamtschwebstaubemissionen (TSP) von etwa 170 Tonnen um 58 % auf knapp 70 Tonnen gesunken;
- die PM10-Emissionen von gut 80 Tonnen um 58 % auf gut 30 Tonnen gesunken;
- die PM2,5-Emissionen von etwa 20 Tonnen um 58 % auf etwa 10 Tonnen gesunken.

Die Emissionen des Sektors Sonstige sind mit unter einem Prozent an den österreichischen Staubemissionen von untergeordneter Bedeutung. Sie enthalten die Staubemissionen aus der Abfallbehandlung (ohne thermische Verwertung).

5.4 Emissionen 2003

In folgendem werden die Sektoren nach Branchen unterteilt und den Quellen die emittierte Staubfracht zugeordnet (vgl. auch Abbildung 32).

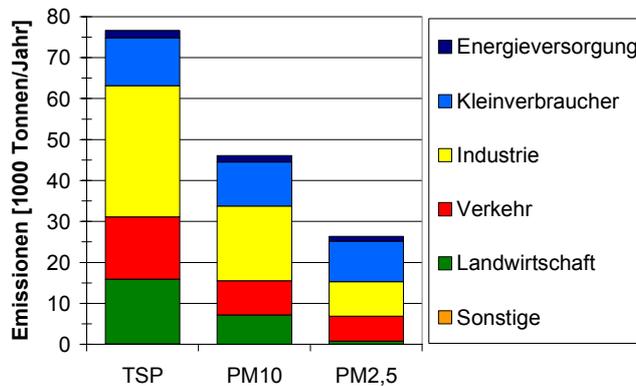


Abbildung 32: Emissionen von TSP, PM10 und PM2,5 für das Jahr 2003

5.4.1 Emissionen des Sektors Energieversorgung

Die österreichische Energiewirtschaft basiert auf den fossilen Energieträgern Kohle (4 %), Erdöl und Mineralölprodukte (45 %) und Erdgas (14 %); jedoch hat die größte energiewirtschaftliche Bedeutung die Wasserkraft, denn sie deckt einen großen Teil des österreichischen Strombedarfs (vgl. Abbildung 33b). Derzeit werden 67 % der Energie aus der Wasserkraft, d. h. mittels Laufkraftwerken an den Flüssen (insbesondere die Donau) und alpinen Speicherkraftwerken gewonnen (vgl. Abbildung 33a). Der Einsatz von erneuerbaren Energieträgern, der die energetische Verwendung von Biomasse und Abfällen durch Verbrennung sowie den Einsatz von Sonnenkollektoren und Wärmepumpen umfasst, nimmt bislang nur einen vergleichsweise geringen Anteil ein.

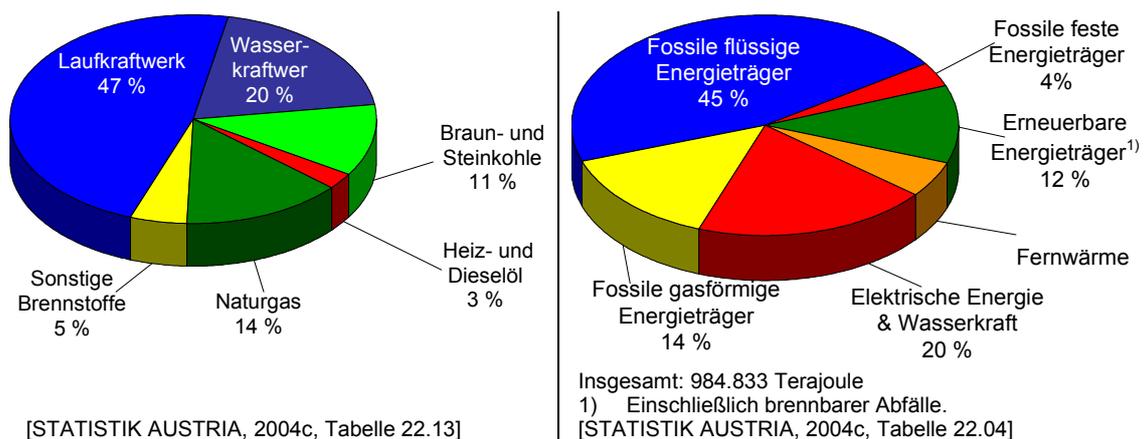


Abbildung 33 Gesamte Elektrizitätsversorgung 2003 nach Energieträgern (a) und Energetischer Endverbrauch 2003 nach Energieträgern (b)

5.4.1.1 TSP-Emissionen des Sektors Energieversorgung

Derzeit werden etwa 2.000 Tonnen bzw. 2 % der österreichischen TSP-Emissionen vom Sektor Energieversorgung (TSP_{Ener}-Emissionen) verursacht (vgl. Abbildung 32).

94 % dieser Emissionen werden durch Strom- und Fernwärmekraftwerke (inklusive energetischer Verwertung von Abfall) verursacht (vgl. Abbildung 34). Einen geringen Anteil von 6 % haben die Raffinerien zu verantworten. Weniger als 1 % der TSP_{Ener}-Emissionen entstammen der Erdöl- und Erdgasexploration.

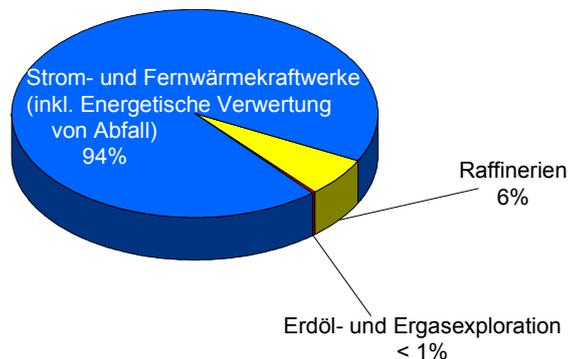


Abbildung 34: TSP-Emissionen des Sektors Energieversorgung (2003)

5.4.1.2 PM10-Emissionen des Sektors Energieversorgung

Die PM10-Emissionen aus dem Bereich der Energieversorgung betragen 1.500 Tonnen bzw. haben nur einen Anteil von 3 % an den Gesamt-PM10-Emissionen (vgl. Abbildung 32).

93 % werden durch Strom- und Fernwärmekraftwerke (inklusive energetischer Verwertung von Abfall) verursacht, 7 % durch Raffinerien und weniger als 1 % durch die Erdöl- und Erdgasexploration (vgl. Abbildung 35).

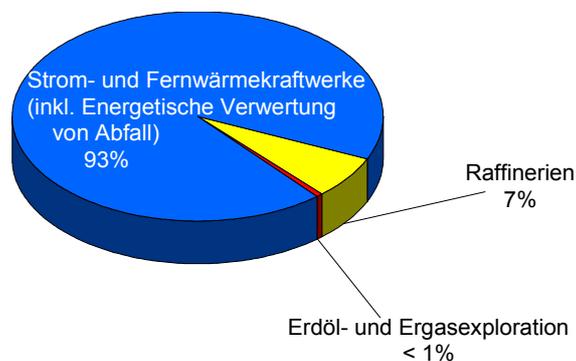


Abbildung 35: PM10-Emissionen des Sektors Energieversorgung (2003)

5.4.1.3 PM2,5-Emissionen des Sektors Energieversorgung

Im Bereich der Energieversorgung wurden gut 1.000 Tonnen (5 %) PM2,5-Emissionen emittiert (vgl. Abbildung 32).

Die Verteilung der PM2,5_{Ener}-Emissionen entspricht der der PM10_{Ener}-Emissionen (vgl. Abbildung 36).

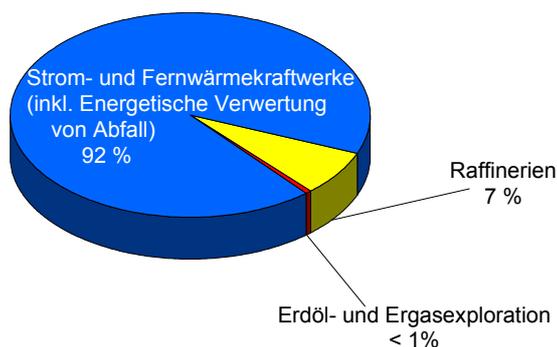
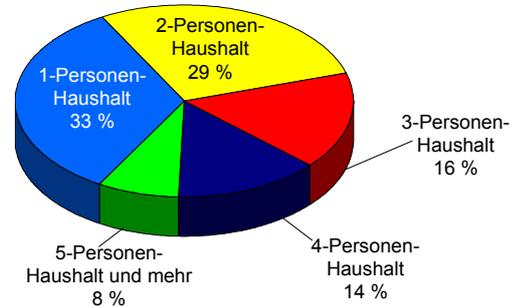


Abbildung 36: PM2,5-Emissionen des Sektors Energieversorgung (2003)

5.4.2 Emissionen des Sektors Kleinverbraucher

Im Jahre 2003 betrug die Einwohnerzahl Österreichs etwa 8,1 Mio. Einwohner, woraus sich eine durchschnittliche Bevölkerungsdichte²⁴ von 96 Einwohnern pro km² ergibt, die zwischen 53 in Tirol und 3.738 Einwohnern pro km² in Wien variiert. Die Anzahl der Haushalte beträgt etwa 3,3 Mio. Etwa 34 % der Haushalte sind Einpersonenhaushalte, was etwa 14 % der Gesamtbevölkerung ausmacht; nur 38 % sind 3- und Mehrpersonenhaushalte (vgl. Abbildung 37). Die Veränderung der Haushaltsformen von der Dreigenerationen-Familie über die Kernfamilie zu Lebensgemeinschaften und Alleinerzieher-Haushalten führte zu einer deutlichen Reduzierung der Haushaltsgrößen. Zudem erfolgte eine deutliche Verbesserung der Lebens- und Wohnverhältnisse: die durchschnittliche Nutzfläche der Wohnungen stieg auf knapp 100 m² bei etwa 2,5 Personen je Wohnung; nahezu alle Wohnungen sind mit Bädern ausgestattet und die Mehrheit der Zimmer sind beheizbar.



[STATISTIK AUSTRIA, 2004c, Tabelle 2.17]

Abbildung 37: Privathaushalte 2001 nach Haushaltsgröße

5.4.2.1 TSP-Emissionen des Sektors Kleinverbraucher

Etwa 12.000 Tonnen bzw. 15 % der österreichischen TSP-Emissionen werden durch die Kleinverbraucher und Haushalte verursacht (vgl. Abbildung 30).

Die Verteilung ist sehr ungleich, denn alleine 70 % der durch den Sektor Kleinverbraucher verursachten Emissionen (TSP_{Haus}-Emissionen) werden durch auf Kohle, Öl, Erdgas und Biomasse basierenden Feuerungsanlagen wie Heizungsanlagen, Öfen und Kamine in privaten Haushalten verursacht (vgl. Abbildung 38). Dieses hohe Emissionsvolumen lässt sich einerseits auf die zersiedelte Siedlungsstruktur, die eine Anbindung von vielen Haushalten an das öffentliche Netz bislang nicht ermöglichte, und zum anderen auf oftmals veraltete oder mangelhaft gewartete Feuerungsanlagen zurückführen.

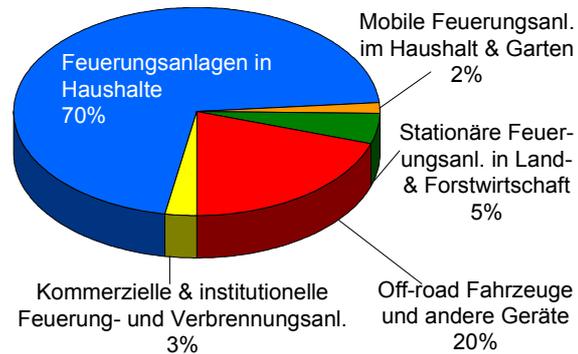


Abbildung 38: TSP-Emissionen des Sektors Kleinverbraucher (2003)

Weitere 3 % (300 Tonnen) der TSP_{Haus}-Emissionen entstammen kommerziellen & institutionellen Feuerungs- und Verbrennungsanlagen, die wie oben bereits beschrieben oftmals mit Fest- und Flüssigbrennstoffen beschickt werden.

Die Emissionen der Off-Road-Fahrzeuge und anderer Geräte umfassen 2.300 Tonnen (20 % der TSP_{Haus}-Emissionen). Damit hat der sog. Off-Road-Sektor mit den unterschiedlichsten Verbrennungskraftmaschinen, die in der Land- und Forstwirtschaft, im Bahn-, Schiffs- und Flugverkehr sowie in privaten Haushalten im Einsatz sind, einen nicht unerheblichen Anteil an den Staubemissionen. Diese Verbrennungskraftmaschinen haben oft sehr hohe spezifische Emis-

²⁴ Bevölkerungsdichte: Einwohner pro km² Siedlungsfläche; Siedlungsraum eines alpinen Staat mit hohem Anteil an Waldfläche ist eine sehr knappe Ressource.

sionen und keine Partikelfilter. Die Emissionen der Off-Road-Fahrzeuge, die in der Bauwirtschaft und Industrie eingesetzt werden, sind dem Sektor Industrie zugeordnet (vgl. Kapitel 5.4.3)

Stationäre Feuerungsanlagen, die in der Land- und Forstwirtschaft häufig ihren Einsatz haben, machen mit 5 % einen geringen Anteil der TSP_{Haus}-Emissionen aus.

Die mobilen Feuerungs- bzw. Verbrennungsanlagen in Haushalten und Gärten, zu denen Kompressoren, Rasenmäher, Heckenscheren, Laubsauger, Schneefräsen u.a. zählen, machen einen Anteil von 2 % an den TSP_{Haus}-Emissionen aus. Die vergleichsweise hohen Emissionen stammen hauptsächlich aus 2-Takt Motoren mit schlechten Verbrennungseigenschaften.

5.4.2.2 PM10-Emissionen des Sektors Kleinverbraucher

Im Bereich des Sektors Kleinverbraucher wurden im Jahre 2003 11.000 Tonnen (23 %) PM10 emittiert (vgl. Abbildung 32).

68 % der durch den Sektor Kleinverbraucher verursachten PM10-Emissionen (PM10_{Haus}-Emissionen) werden durch auf Kohle, Öl, Erdgas und Biomasse basierenden Feuerungsanlagen wie Heizungsanlagen, (Einzel-)Öfen und Kamine in privaten Haushalten verursacht (vgl. Abbildung 39).

Weitere 3 % der PM10_{Haus}-Emissionen entstammen kommerziellen & institutionellen Feuerungs- und Verbrennungsanlagen, die wie oben bereits beschrieben oftmals mit Fest- und Flüssigbrennstoffen beschickt werden (vgl. Abbildung 39).

Die Emissionen der Off-Road-Fahrzeuge und anderer Geräte umfassen 2.300 Tonnen, was einen Anteil von 22 % an den PM10_{Haus}-Emissionen ausmacht (vgl. Abbildung 39).

Stationäre Feuerungsanlagen, die in der Land- und Forstwirtschaft sowie Aquakultur häufig ihren Einsatz haben, machen mit einem Anteil von 5 % einen geringen Beitrag an den PM10_{Haus}-Emissionen aus (vgl. Abbildung 39).

Die mobilen Feuerungs- bzw. Verbrennungsanlagen in Haushalten und Gärten machen einen Anteil von 2 % an den PM10_{Haus}-Emissionen aus (vgl. Abbildung 39).

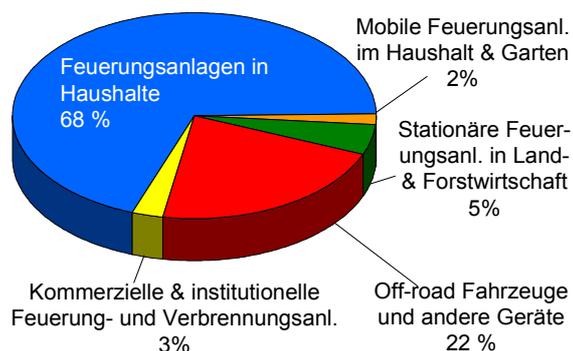


Abbildung 39: PM10-Emissionen des Sektors Kleinverbraucher (2003)

5.4.2.3 PM2,5-Emissionen des Sektors Kleinverbraucher

Hauptverursacher im Bereich der PM2,5-Emissionen war der Sektor Kleinverbraucher mit etwa 10.000 Tonnen bzw. mit einem Anteil von 37 % an den österreichischen PM2,5-Emissionen (vgl. Abbildung 32).

66 % der durch den Sektor Kleinverbraucher verursachten PM2,5-Emissionen (PM2,5_{Haus}-Emissionen) werden durch auf Kohle, Öl, Erdgas und Biomasse basierenden Feuerungsanlagen in privaten Haushalten verursacht (vgl. Abbildung 40).

Weitere 3 % der PM2,5_{Haus}-Emissionen

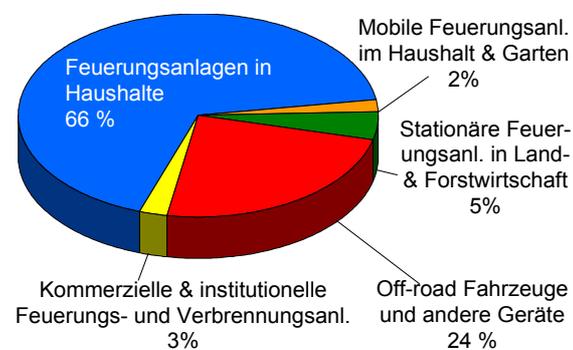


Abbildung 40: PM2,5-Emissionen des Sektors Kleinverbraucher (2003)

entstammen kommerziellen und institutionellen Feuerungs- und Verbrennungsanlagen, die wie oben bereits beschrieben oftmals mit Fest- und Flüssigbrennstoffen beschickt werden (vgl. Abbildung 40).

Die Emissionen der Off-Road-Fahrzeuge und anderer Geräte umfassen 2.300 Tonnen, was einen Anteil von 24 % an den PM_{2,5}_{Haus}-Emissionen ausmacht (vgl. Abbildung 40).

Stationäre Feuerungsanlagen, die in der Land- und Forstwirtschaft sowie Aquakultur häufig ihren Einsatz haben, machen mit einem Anteil von 5 % einen geringen Beitrag an den PM_{2,5}_{Haus}-Emissionen aus (vgl. Abbildung 40).

Die mobilen Feuerungs- bzw. Verbrennungsanlagen in Haushalten und Gärten machen einen Anteil von 2 % an den PM_{2,5}_{Haus}-Emissionen aus (vgl. Abbildung 40).

5.4.3 Emissionen des Sektors Industrie

Die österreichischen Industriebetriebe sind überwiegend klein- und mittelbetrieblich strukturiert, denn nur knapp etwa ein Viertel aller Beschäftigten sind in Betrieben mit über 500 Beschäftigten beschäftigt. Die wenigen Großbetriebe verteilen sich vor allem auf die Branchen der Eisen- und Stahlindustrie inklusive Maschinenbau, der Erdöl- und Chemiebranche sowie der Papier- und Elektroindustrie. Insgesamt hat sich die Branchenstruktur in den vergangenen 30 Jahren tief greifend verändert. In der Stahl- und Metallherstellung hat eine Verschiebung von der Primärproduktion zur Sekundärproduktion stattgefunden. So gibt es in Österreich zwar keine Primäraluminiumgewinnung mehr sondern es erfolgt in den Aluminiumhütten die Erzeugung von Sekundäraluminium aus aluminiumhaltigen Sekundärrohstoffen. Im Bereich der Stahl- und Eisenerzeugung werden in großen Elektro-Lichtbogenöfen Stahl- und Eisenschrotte recycelt.

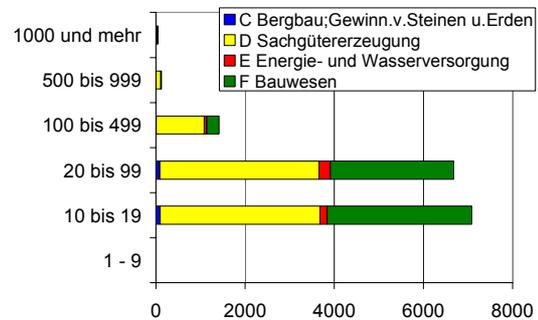


Abbildung 41: Betriebe und Beschäftigte nach Betriebsgröße (2003)

Die Mineralverarbeitende Industrie arbeitet mit mineralischen Rohstoffen. Die oft sehr unterschiedlichen Ausgangsstoffe werden mittels Aufbereitung (Mischen, Mahlen, Homogenisieren etc.), Formgebung und Trocknung in Trockenöfen sowie Brennen bei hohen Temperaturen (Ziegel bei ca. 900°C; Feinkeramik bei bis zu 1.200°C) zu unterschiedlichsten Produkten verarbeitet. Neben dem Input der mineralischen Rohstoffe, deren Gewinnung oft staubig sein kann, arbeitet die Mineralverarbeitende Industrie mit einem hohen spezifischen Energieverbrauch.

Die Chemische Industrie ist aufgrund der Produktvielfalt, die von Konsumgütern wie Waschmittel und Shampoo über Kautschuk- und Kunststoffprodukte zu Pharmaprodukten reicht, eine sehr heterogene Branche, die sowohl technologisch anspruchslose als auch Spezialprodukte erzeugt. Diese Industrie zeichnet sich durch einen hohen Automationsgrad, eine hohe Wertschöpfung, umfangreiche Forschungsaktivitäten und aufwändige Verfahrenstechnik aus. Knapp ein Viertel der Produkte gehen direkt an den Endverbraucher (Life Science Produkte oder Wasch- und Körperpflegemittel). Der Großteil wird als Grundchemikalie, Zwischen- und Fertigprodukt zur industriellen Weiterverarbeitung vor allem im Maschinenbau, der Land-, Textil- und Bauwirtschaft sowie in der Verpackungsindustrie und im Fahrzeugbau verwendet. Darüber hinaus ist auch die pharmazeutische Industrie ein bedeutender Zweig der chemischen Industrie.

Die Metallbranche, die nach Anzahl an Beschäftigten der größte Wirtschaftsbereich der österreichischen Industrie ist, produziert vorwiegend technologisch hochwertige Produkte. Dieser Sektor umfasst die Bereiche "Metallerzeugung und -bearbeitung" und "Herstellung von Me-

tallerzeugnissen". Neben der Eisen- und Stahlwirtschaft umfasst die NE-Metallwirtschaft die Bereiche Leicht- und Buntmetalle sowie Sondermetalle. Dieses breite Spektrum umfasst die Prozesse der Roheisen-, Stahl- und Nichteisenmetallerzeugung, die verschiedenen Bearbeitungsstufen (Kalt- und Warmziehen, Gießen, Schmieden, Umformung, Legieren, Homogenisieren) und die Herstellung eines großen Sortiments von Metallhalbwerkzeugen aus Stahl und NE-Metallen sowie Metallpulver. Die Eisen- und Stahlerzeugung erfolgt fast ausschließlich durch pyrometallurgische (schmelzmetallurgische) Prozesse. Neben dem Verbrauch an Energie, Roh- und Hilfsstoffen fallen erhebliche Mengen an Reststoffen wie Hochofen- und Stahlwerkschlacken, die weitestgehend verwertet werden, an. Für die Erzeugung von NE-Metallen werden bei pyrometallurgischen Prozessen ebenfalls große Mengen an Energie, Roh- und Hilfsstoffe benötigt, bei hydrometallurgischen Prozessen (chemische Verfahren) sind große Mengen an Wasser, Chemikalien und Energie notwendig. Auch hier fallen große Mengen an Reststoffen, die ebenfalls teilweise verwertet werden können, an.

Die Papier- und Zellstoffindustrie, die technologisch auf hohem Niveau aufgestellt und sehr spezialisiert ist, gehört derzeit mit zu den umsatzstarken Industriezweigen Österreichs. Zur Herstellung von Papier, Karton und Pappe werden Faserstoffe, wie Holzschliff, Zellstoff und Altpapier, Hilfsstoffe wie Leim-, Füll- und Farbstoffe sowie Wasser und weitere Zusätze benötigt, die zusammen vermischt, gemahlen und nach starker Verdünnung auf Papiermaschinen (Lang- oder Rundsieb) entwässert und getrocknet werden. Der Stoffaufbereitung folgt die Entwässerung auf so genannte Siebpartien mit nachfolgender Bearbeitung der nassen Papierbahnen in Gautschpressen oder Saugwalzen sowie mit Nasspressen. Zum Entzug der Restfeuchtigkeit werden die Papierbahnen mit Hilfe von Trockenfilzen über eine Reihe dampferhitzter Hohlzylinder geführt. In weiteren Prozessschritten wird die Oberfläche verfeinert, die Qualität erhöht und das Papier geschnitten.

Die verarbeitende Industrie umfasst den Maschinenbau, die Elektro- und Elektronikindustrie sowie die Fahrzeugindustrie (Motoren, Getriebe und Fahrgestelle) und zum Bereich des Baugewerbes zählen Aktivitäten im Hoch- und Tiefbau sowie im Ausbau.

Die Nahrungsmittelindustrie umfasst die Großbäckerei und Backwarenindustrie, die Brau- und Getränkeindustrie, die Fisch- und Fleischwarenindustrie, Feinkost- und Süßwarenindustrie, die Ölmühlen sowie öl- und fettverarbeitende Industrie, die Milchindustrie sowie die Gewürzindustrie, Konservenhersteller, Mühlen-, Stärke- und Zuckerindustrie.

5.4.3.1 TSP-Emissionen des Sektors Industrie

Im Jahr 2003 verursachte der Sektor Industrie 42 % (32.000 Tonnen) der österreichischen TSP-Emissionen (vgl. Abbildung 32).

Maßgeblich verantwortlich für diesen hohen Anteil am Gesamtstaub ist die Mineralverarbeitende Industrie mit einem Anteil von 75 % (vgl. Abbildung 42). Die Staubemissionen fallen neben der eigentlichen Produktherstellung vor allem im Bereich der Mühlen und Silos sowie Transporteinrichtungen, Übergabestellen und Verladeeinrichtungen an, vor allem wenn diese nicht eingehaust sind. Weitere Emissionsquellen vor allem für diffuse Quellen stellen z. B. die verschmutzten oder unbefestigten Verkehrswege auf dem Betriebsgelände bzw. dem Steinbruch während der Sommerperiode dar.

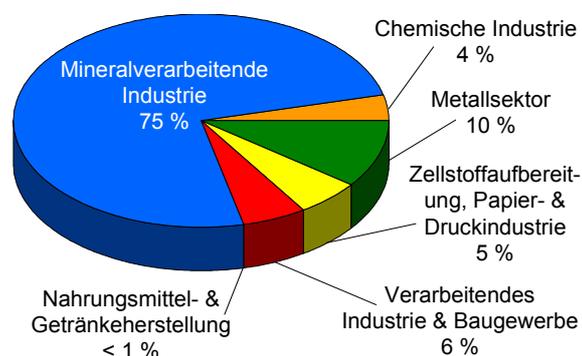


Abbildung 42: TSP-Emissionen des Sektors Industrie (2003)

Die Chemische Industrie war im Jahr 2003 für 4 % der TSP_{Ind}-Emissionen verantwortlich (vgl. Abbildung 42).

In der Metallbranche werden etwa 10 % der TSP_{Ind}-Emissionen erzeugt (vgl. Abbildung 42). Die Emissionen entstammen vornehmlich den Beschickungs- und Abstichvorgängen der Schmelzöfen, dem Abschlacken bei der Stahlherstellung sowie den Gießanlagen in der Eisen- und Nicht-eisenmetallherstellung.

Die Papier- und Zellstoffindustrie hat zusammen mit der Druckindustrie einen Anteil von 5 % an den TSP_{Ind}-Emissionen (vgl. Abbildung 42). Die verarbeitende Industrie und das Baugewerbe emittieren gemeinsamen 6 % der industrie-induzierten TSP-Emissionen (vgl. Abbildung 42). Insbesondere im Hoch- und Tiefbau fallen im Bereich der Transporteinrichtungen, Übergabestellen und Verladeeinrichtungen sowie auf verschmutzten oder unbefestigten Verkehrswegen erhebliche Mengen an Staub an. Da diese Aktivitäten im Vergleich zur Mineralverarbeitenden Industrie nur temporär sind, sind Einhausungen und Filter häufig nicht im Einsatz. Die Emissionen der Off-Road-Fahrzeuge und anderer Geräte wie selbstfahrende (Bau-)Maschinen, die in der Bauwirtschaft und Industrie zum Einsatz kommen und somit diesem Sektor bzw. dieser Branche zugeordnet sind, haben einen nicht unbedeutenden Anteil an den Staubemissionen. Diese Verbrennungskraftmaschinen haben, wie bereits in Kapitel 5.4.2 beschrieben, oft sehr hohe spezifische Emissionen.

Die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie hat mit einem Anteil von unter einem Prozent nur einen geringen Anteil an den TSP_{Ind}-Emissionen (vgl. Abbildung 42).

5.4.3.2 PM10-Emissionen des Sektors Industrie

Hauptverursacher im Bereich der PM10-Emissionen im Jahr 2003 ist ebenfalls die Industrie mit einem Ausstoß von rund 18.000 Tonnen bzw. einem Anteil von 40 % an den österreichischen Gesamtemissionen (vgl. Abbildung 32).

Hauptsächlich verantwortlich für diesen hohen Anteil an die PM10-Emissionen ist die Mineralverarbeitende Industrie mit einem Anteil von 64 % (vgl. Abbildung 43). Wie bereits in Tabelle 5 beschrieben, fallen Partikel, die größer als 2,5 µm sind, vornehmlich durch Mahlen und Brechen an; Tätigkeiten, die Kernprozesse in dieser Branche sind.

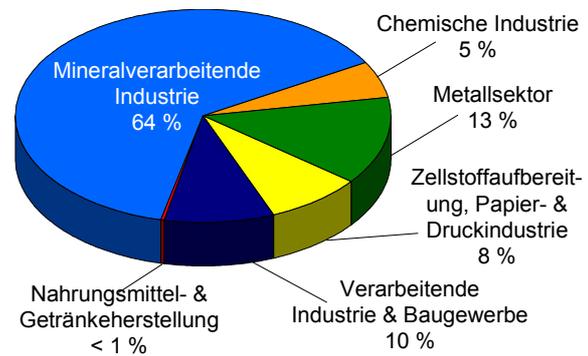


Abbildung 43: PM10-Emissionen des Sektors Industrie (2003)

Die Chemische Industrie ist aufgrund der Produkt- und Prozessvielfalt eine sehr heterogene Branche, die im Jahre 2003 für 5 % der PM10_{Ind}-Emissionen verantwortlich war (vgl. Abbildung 43).

Die Metallbranche, die die Primär- und Sekundärherstellung in der Eisen- und Stahlindustrie sowie die Nichteisenmetallherstellung umfasst, ist für 13 % der PM10_{Ind}-Emissionen verantwortlich (vgl. Abbildung 43).

Die Papier- und Zellstoffindustrie ist zusammen mit der Druckindustrie für einen Anteil von 8 % an den PM10_{Ind}-Emissionen verantwortlich (vgl. Abbildung 43).

Die verarbeitende Industrie und das Baugewerbe emittieren gemeinsamen 10 % der industrie-induzierten PM10-Emissionen (vgl. Abbildung 43).

Die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie hat mit einem Anteil von unter einem Prozent nur einen geringen Anteil an den PM10_{Ind}-Emissionen (vgl. Abbildung 43).

5.4.3.3 PM_{2,5}-Emissionen des Sektors Industrie

Die Industrie war 2003 für 8.400 Tonnen bzw. 32 % der PM_{2,5}-Emissionen verantwortlich (vgl. Abbildung 32). Innerhalb dieses Sektors haben die einzelnen Branchen jedoch gegenüber den PM₁₀-Emissionen eine andere Verteilung bzw. Verantwortlichkeit an den PM_{2,5}-Emissionen. Wie bereits in Tabelle 5 aufgeführt, resultieren PM_{2,5}-Emissionen vor allem aus Verbrennungsvorgängen, der atmosphärische Transformationen (sekundäre Partikel) und bestimmten industriellen Prozessen.

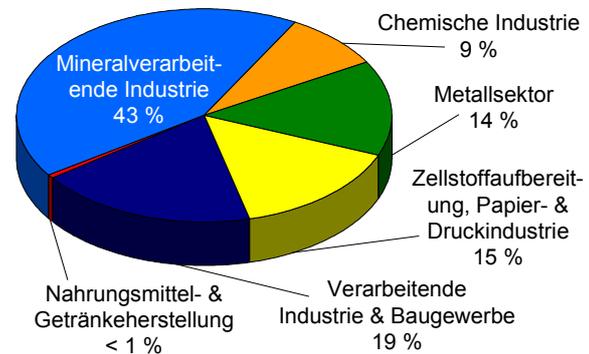


Abbildung 44: PM_{2,5}-Emissionen des Sektors Industrie (2003)

Maßgeblich verantwortlich für diesen hohen Anteil an PM₁₀-Emissionen ist nach wie vor die Mineralverarbeitende Industrie mit einem Anteil von 43 % der industrieinduzierten PM_{2,5} Emissionen (PM_{2,5,Ind}-Emissionen)(vgl. Abbildung 44).

Die Chemische Industrie war im Jahre 2003 für 9 % der PM_{2,5,Ind}-Emissionen verantwortlich (vgl. Abbildung 44).

Die Metallbranche ist für 14 % der PM_{2,5,Ind}-Emissionen verantwortlich (vgl. Abbildung 44).

Die Papier- und Zellstoffindustrie ist zusammen mit der Druckindustrie für einen Anteil von 15 % der PM_{2,5,Ind}-Emissionen verantwortlich (vgl. Abbildung 44).

Die verarbeitende Industrie und das Baugewerbe emittieren gemeinsamen 19 % der industrieinduzierten PM_{2,5}-Emissionen (vgl. Abbildung 44).

Die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie hat mit einem Anteil von unter einem Prozent nur einen geringen Anteil an den PM_{2,5,Ind}-Emissionen (vgl. Abbildung 44).

5.4.4 Emissionen des Sektors Verkehr

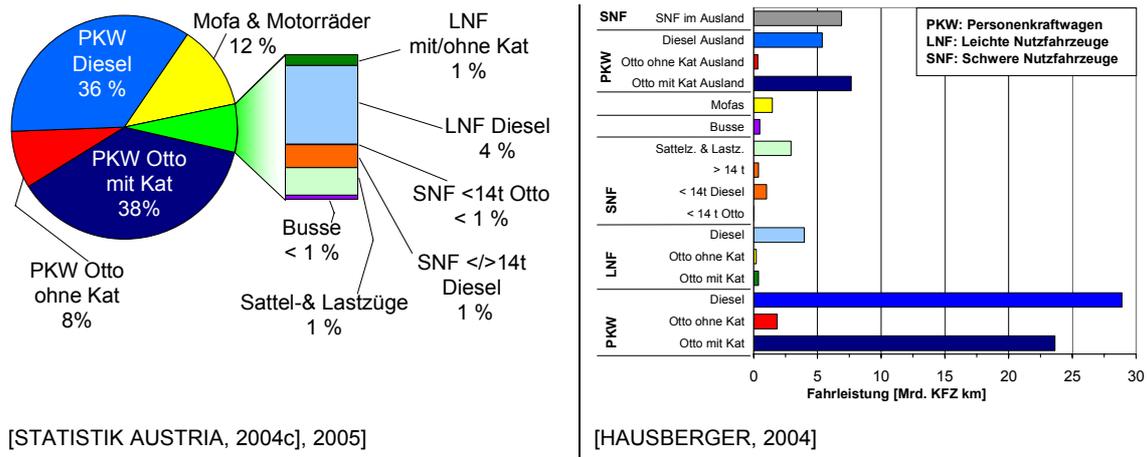
Das gegenwärtige Verkehrsaufkommen Österreichs spiegelt einerseits die zunehmende Mobilität der Bevölkerung und andererseits die Lage Österreichs im Zentrum Europas wieder (vgl. Abbildung 45 und Abbildung 46). Als einziges Binnenland der EU neben Luxemburg ist Österreich das Transitland der EU. Österreich ist aufgrund seiner verkehrsgeschichtlichen Lage eine Drehscheibe des mitteleuropäischen Güter- und Warenverkehrs, der vornehmlich per Schwerlastverkehr transportiert wird. Der Anteil des Transitverkehrs an der Gesamtbelastung durch Lkw am hochrangigen Straßennetz Österreichs beträgt z. B. im Inntal zwischen 40 und 60 %, auf der A13 (Brennerautobahn) etwa 80 % und auf der A10 (Tauernautobahn) 25 % bis zu über 40 % [BMVIT, 2003]. Andere Straßenabschnitte wie z. B. die A23 (Südosttangente) haben nur einen Transitanteil von unter 5 %.

Auch die klein- und mittelständische Wirtschaftsstruktur, durch die oftmals ein Bahnversand nicht rentabel ist, begünstigt den LKW-Verkehr. Des Weiteren erschwert die ungünstige Siedlungsstruktur und das Gebirgsrelief den Bahnverkehr.

Im Zeitraum von gut 30 Jahren erhöhte sich in Österreich der Kraftfahrzeugbestand um das 2,5fache von 2,2 Mio. (31.12.1970) auf 5,5 Mio. Kraftfahrzeuge (31.12.2003), die Zahl der Pkw (incl. Kombiwagen) von 1,1 Mio. auf 4,1 Mio. somit um das 3,4fache [STATISTIK AUSTRIA, 2004c]. Der Fahrzeugbestand, differenziert nach Antriebsart, ist in Abbildung 45a dargestellt:

aufgrund des „Dieselbooms“ seit den 90er Jahren lag im Jahr 2003 der Anteil der Dieselfahrzeuge bei rund 36 %, der Anteil der benzinbetriebenen Fahrzeuge (PKW Otto) bei 38 % (mit Katalysator) bzw. 8 % (ohne Katalysator). Die Fahrleistung, differenziert nach Antriebsart, ist in Abbildung 45b dargestellt: 34 % bzw. 29 Mrd. KFZ-km wurden durch Diesel-Pkw erbracht, hingegen nur 28 % bzw. 24 Mrd. KFZ-km benzinbetriebene Pkw (mit Katalysator).

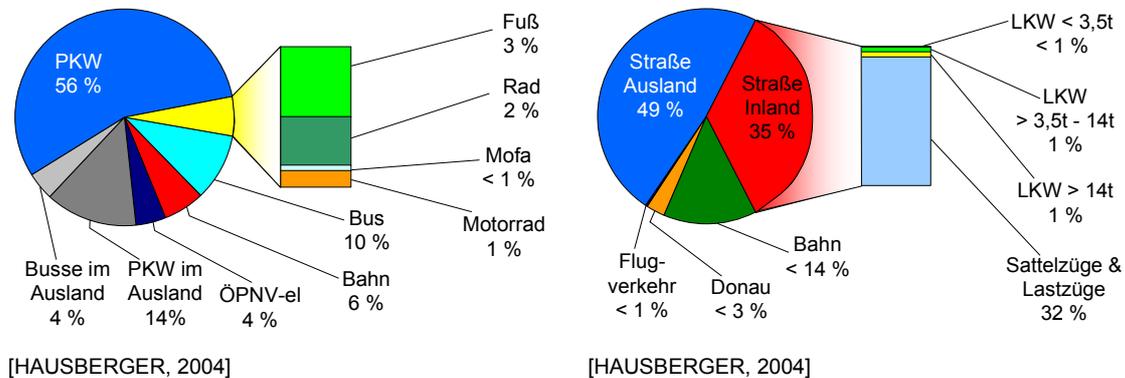
Der Motorisierungsgrad in Österreich stieg von 1970 bis zum Jahr 2003 um mehr als 315 % von 160 Pkw pro 1.000 Einwohner auf 505 Pkw pro 1.000 Einwohner [STATISTIK AUSTRIA, 2004c]. Die jährlichen Steigerungsraten waren in den 70er Jahren mit durchschnittlich 6 bis 7 % deutlich höher als in den 90er Jahren mit durchschnittlich 2,5 % Wachstum pro Jahr.



[STATISTIK AUSTRIA, 2004c], 2005]

[HAUSBERGER, 2004]

Abbildung 45: Fahrzeugbestand 2003 (a) und Fahrleistung Inland und Fahrleistung mit in Österreich gekauftem jedoch im Ausland verbrauchten Kraftstoff nach Verkehrsträger für 1990 bis 2003 in Mrd. KFZ-km (b)



[HAUSBERGER, 2004]

[HAUSBERGER, 2004]

Abbildung 46: Personen-km im Inland sowie Personen-km mit in Österreich gekauftem jedoch im Ausland verbrauchten Kraftstoff (2003)(a) und Transportleistung Inland und Transportleistung mit in Österreich gekauftem jedoch im Ausland verbrauchten Kraftstoff (2003)(b)

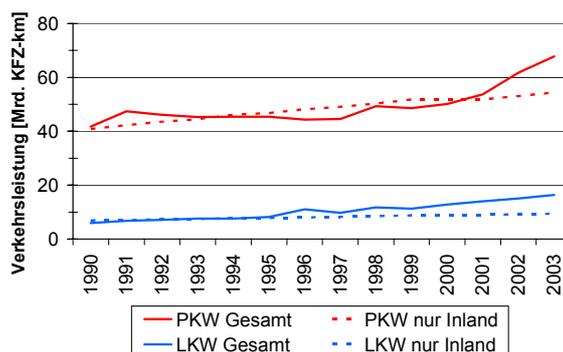
5.4.4.1 Tanktourismus

In Abbildung 45, Abbildung 46 und Abbildung 47 sind Fahrleistung, Personenkilometer-Leistung und Transportleistung für das Inland und für im Ausland erbrachter Verkehrsleistung mit in Österreich gekauften jedoch im Ausland verbrauchten Kraftstoff angegeben. Der Tanktourismus resultiert aus den derzeitigen Preisdifferenzen im Vergleich zum benachbarten Ausland, was dazu führt, dass bevorzugt in Österreich getankt wird, der Kraftstoff jedoch im Ausland verbraucht bzw. verfahren wird. Nach derzeitigem Wissensstand schlägt sich dies in der Größenordnung von ca. 20 % der Emissionen dieses Sektors nieder, denn gemäß den

internationalen Richtlinien zur Inventurerstellung werden in der Österreichischen Luftschadstoffinventur (OLI) die Emissionen Österreich zugeordnet.

In einer Studie des Lebensministeriums [LEBENS MINISTERIUM, 2005] wurde ermittelt, dass vor allem bei Diesel die Absatzzahlen seit 1998 in jährlich steigendem Maß deutlich vom tatsächlichen (abgeschätzten) Inlandsverbrauch abweichen. Zuletzt betrug der Tanktourismus bei Diesel ca. 30 % der verkauften Mengen. Neben privaten PKW dürften insbesondere LKW im internationalen Güterverkehr (einschließlich Umwegtransit) den hohen Anteil des Tanktourismus bei Diesel verursachen.

Bei Benzin zeigt sich ein etwas anderes Bild, das vor allem auf die deutlich unterschiedliche Verbraucherstruktur zurückzuführen ist. Der „Benzin-Tanktourismus“ nach Österreich, der erst seit 2001 spürbar war, erreichte im Jahre 2003 über 20 % der Gesamtabsatzmenge in Österreich. Neben der Preisdifferenz des Benzins gegenüber dem benachbarten Ausland, erleichtert die unumschränkte Grenzdurchlässigkeit sowie die Euro-Bargeldeinführung, die die Preisdifferenz auch für Privatkunden transparent gemacht hat, erheblich den Zugang zu Österreichs Zapfsäulen.



[HAUSBERGER, 2004]

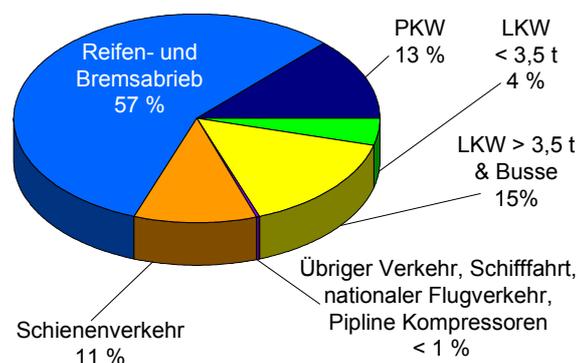
Abbildung 47: Verkehrsleistung im Inland und Verkehrsleistung mit in Österreich gekauftem jedoch im Ausland verbrauchten Kraftstoff in KFZ-km von 1990 bis 2003

5.4.4.2 TSP-Emissionen des Sektors Verkehr

Im Jahr 2003 hatte der Sektor Verkehr einen Anteil von 19 % (15.000 Tonnen) an den österreichischen TSP-Emissionen (vgl. Abbildung 32), der den verschiedenen Verkehrsträgern in unterschiedlichem Umfang zugeordnet werden kann.

Schienerverkehr

Der Schienenverkehr erzeugte einen Anteil von 11 % der TSP-Emissionen des Sektors Verkehr (TSP_{Ver}-Emissionen)(vgl. Abbildung 48). Als Quellen können der Einsatz von Dieselloks sowie der Abrieb von Bremsen und Schienen sowie die Aufwirbelung identifiziert werden. Während der Beschleunigungs- und Abbremsvorgänge entsteht ein Abriebprozess, bei



Anmerkung: Reifen- und Bremsabrieb bezieht sich nur auf Straßenfahrzeuge

Abbildung 48: TSP-Abgas-Emissionen sowie TSP-Emissionen aus Abrieb- und Bremsvorgänge im Sektors Verkehr (2003)

dem überwiegend Eisen und mineralischen Komponenten freigesetzt werden. Jedoch können hinsichtlich Zusammensetzung und Art der Aufwirbelungsemissionen derzeit keine Aussagen gemacht werden.

Straßenverkehr

Der Straßenverkehr verursachte etwa 89 % der TSP_{Ver}-Emissionen, wobei die einzelnen Fahrzeugarten unterschiedliche Anteile haben (vgl. Abbildung 48). Der motorisierte Individualverkehr mit dem PKW ist für 13 % der TSP_{Ver}-Emissionen verantwortlich. Hingegen werden 4 % durch den Betrieb der Kleinlastwagen (< 3,5 t) und 15 % durch den Betrieb der LKW (> 3,5 t) und Busse erzeugt. Die TSP-Emissionen des Sektors Verkehr bestehen aus Abgas-, Abriebs- und Aufwirbelungsemissionen. Die Abgasemissionen bestehen im Wesentlichen aus Ruß und sind der unvollständigen Verbrennung von Diesel als Kraftstoff zuzuordnen. Vom Antriebssystem des Fahrzeugs unabhängig entstehen im Straßenverkehr Emissionen aufgrund von Reifen- und Bremsabrieb. Diese Emissionen machen 57 % der verkehrsinduzierten TSP-Emissionen aus. Die verkehrsbedingte Aufwirbelung von Staub wurde nicht berücksichtigt.

Übriger Verkehr

Die Emissionen des übrigen Straßenverkehrs (Mofas, Motorräder usw.), die der Schifffahrt, dem nationalen Flugverkehr sowie der Kompressoren der Pipelines betragen unter ein Prozent der TSP_{Ver}-Emissionen (vgl. Abbildung 48).

5.4.4.3 PM10-Emissionen des Sektors Verkehr

Im Jahr 2003 hatte der Verkehr einen Anteil von 18 % (8.000 Tonnen) an den österreichischen PM10-Emissionen (ohne Aufwirbelung, vgl. Abbildung 32).

Schienerverkehr

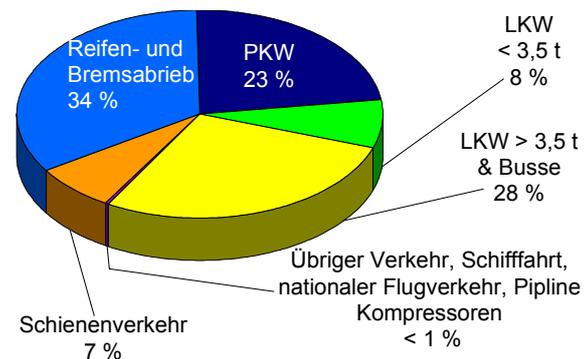
Der Schienenverkehr erzeugte einen Anteil von 7 % der PM10-Emissionen des Verkehrssektors (PM10_{Ver}-Emissionen) (vgl. Abbildung 49).

Straßenverkehr

Der Straßenverkehr induzierte etwa 93 % der PM10_{Ver}-Emissionen, wobei die einzelnen Fahrzeugarten unterschiedliche Anteile haben (vgl. Abbildung 49). Der motorisierte Individualverkehr mit dem PKW ist für 23 % der PM10_{Ver}-Emissionen verantwortlich. Dagegen werden 8 % durch den Betrieb der Kleinlastwagen (< 3,5 t) und 28 % durch den Betrieb der LKW (> 3,5 t) und Busse induziert. 34 % der PM10_{Ver}-Emissionen sind durch Reifen- und Bremsbelagabrieb verursacht. Die verkehrsbedingte Aufwirbelung von Staub wurde nicht berücksichtigt.

Übriger Verkehr

Die Emissionen des übrigen Verkehrs (Mofas, Motorräder usw.), die der Schifffahrt, dem nationalen Flugverkehr sowie der Kompressoren der Pipelines betragen unter ein Prozent der PM10_{Ver}-Emissionen (vgl. Abbildung 49).



Anmerkung: Reifen- und Bremsabrieb bezieht sich nur auf Straßenfahrzeuge

Abbildung 49: PM10-Abgas-Emissionen sowie PM10-Emissionen aus Abrieb- und Bremsvorgänge im Sektors Verkehr (2003)

5.4.4.4 PM2,5-Emissionen des Sektors Verkehr

Der Sektor Verkehr emittierte 2003 mit 6.000 Tonnen nahezu 23 % der PM2,5-Emissionen (ohne Aufwirbelung, vgl. Abbildung 32).

Schienerverkehr

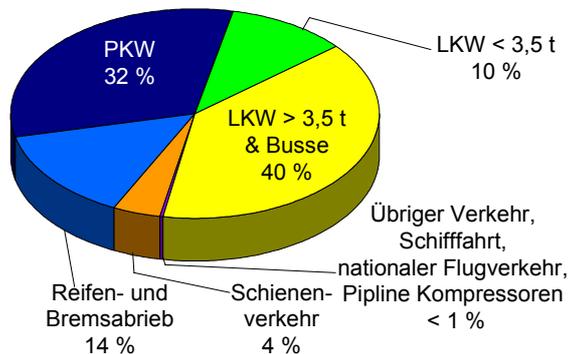
Der Schienenverkehr erzeugte einen Anteil von 4 % der PM2,5-Emissionen des Verkehrssektors (PM2,5_{Ver}-Emissionen) (vgl. Abbildung 50).

Straßenverkehr

Der Straßenverkehr induzierte etwa 96 % der PM2,5_{Ver}-Emissionen, wobei die einzelnen Fahrzeugarten unterschiedliche Anteile haben (vgl. Abbildung 50). Der motorisierte Individualverkehr mit dem PKW ist für 32 % der PM2,5_{Ver}-Emissionen verantwortlich. Es werden 10 % der PM2,5_{Ver}-Emissionen durch Kleinlastwagen (< 3,5 t) und 40 % der PM2,5_{Ver}-Emissionen durch LKW (> 3,5 t) und Busse erzeugt. Emissionen aufgrund von Reifen- und Bremsabrieb machen 14 % der PM2,5_{Ver}-Emissionen aus. Die verkehrsbedingte Aufwirbelung von Staub wurde nicht berücksichtigt.

Übriger Verkehr

Die Emissionen des übrigen Verkehrs (Mofas, Motorräder usw.), die der Schifffahrt, dem nationalen Flugverkehr sowie der Kompressoren der Pipelines betragen unter ein Prozent der PM2,5_{Ver}-Emissionen (vgl. Abbildung 50).

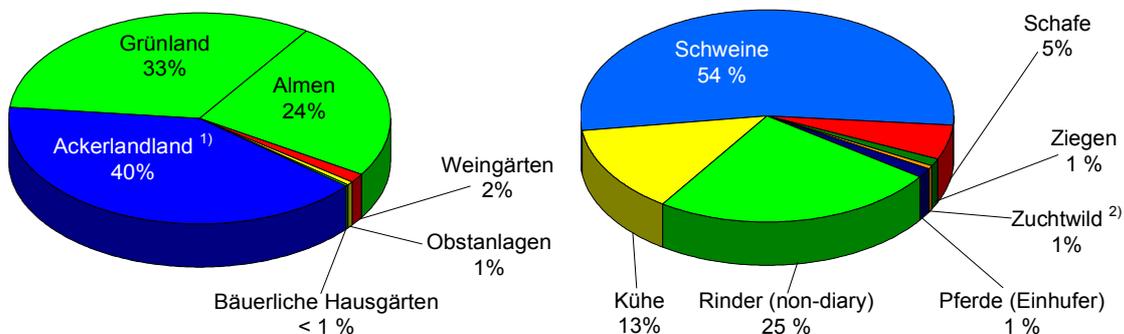


Anmerkung: Reifen- und Bremsabrieb bezieht sich nur auf Straßenfahrzeuge

Abbildung 50: PM2,5-Abgas-Emissionen sowie PM2,5-Emissionen aus Abrieb- und Bremsvorgänge im Sektors Verkehr (2003)

5.4.5 Emissionen des Sektors Landwirtschaft

Von der Gesamtfläche Österreichs (7.518.615 ha) wird etwa 40 % als landwirtschaftliche Nutzfläche (LNF) genutzt und rund 43 % macht der Wald aus. Die LNF wiederum teilt sich auf Ackerland (40 %), Grünland und Almen (57 %) und andere Nutzungsarten (3 %) auf (vgl. Abbildung 51a). Der Bestand an heimischen Nutztieren beträgt derzeit etwa 5,8 Mio. (Rinder, Schweine, Pferde, Schafe und Ziegen, Zuchtwild vgl. Abbildung 51b) sowie 13 Mio. Hühner und anderes Geflügel.



1) inkl. Erwerbsgärten

2) In Fleischproduktionsgattern

Abbildung 51: Bodennutzung (2002)(a) und Viehbestand (2003)(b) in Österreich [LEBENS MINISTERIUM (2004), Tabelle 3.2]

Folgende Staubquellen konnten im Sektor Landwirtschaft identifiziert werden:

- Feldbearbeitung: Pflügen, Eggen, Säen, Düngen,...
- Ernteaktivitäten: Getreide dreschen, Heu- und Strohernte, Trocknen,...
- Bewegung bzw. Manipulation von staubenden Landwirtschaftsgütern: Getreide und Düngemittel, Futter und Streumaterialien
- Tierhaltung: Stäube von Heu, Stroh, Hackschnitzel, Tierschuppen und –haaren, Sporen
- Bakterien, Milben, Pollen
- Ausbringen und Lagern von Gülle (Beitrag zu sekundären anorganischen Aerosolen, wird jedoch nicht abgebildet,²⁵)
- Abgasemissionen der Traktoren und anderer landwirtschaftlicher Geräte; diese Emissionen werden jedoch in diesem Bericht im Sektor Energie abgebildet (vgl. Kapitel 5.4.1).

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

5.4.5.1 TSP-Emissionen des Sektors Landwirtschaft

Die Landwirtschaft verursachte 2003 durch landwirtschaftliche Aktivitäten mit knapp 16.000 Tonnen 21 % der TSP_{GES}-Emissionen (vgl. Abbildung 32).

Diese Emissionen lassen sich unterteilen in Emissionen aus ackerbaulicher Tätigkeit (94 %) und Emissionen aus der Viehhaltung (6 %) (vgl. Abbildung 52).

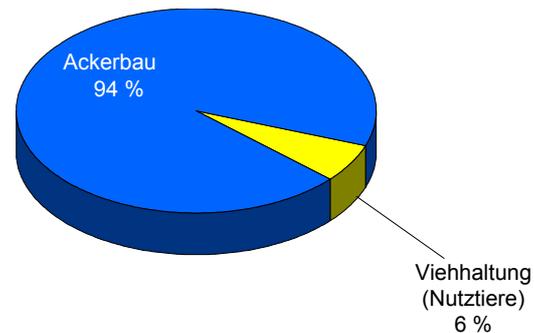


Abbildung 52: TSP-Emissionen des Sektors Landwirtschaft (2003)

5.4.5.2 PM10-Emissionen des Sektors Landwirtschaft

Aus Aktivitäten des Sektors Landwirtschaft stammen im Jahre 2003 etwa 7.000 Tonnen PM10-Emissionen, was einen Anteil von 16 % an den österreichischen PM10-Emissionen ausmacht (vgl. Abbildung 32).

Diese Emissionen lassen sich unterteilen in Emissionen aus ackerbaulicher Tätigkeit (94 %) und Emissionen aus der Viehhaltung (6 %) (vgl. Abbildung 53). Der hohe PM10-Anteil der ackerbaulichen Tätigkeiten resultiert vorwiegend aus der Feldbearbeitung, den Ernteaktivitäten und der Bewegung bzw. Manipulation von staubenden Landwirtschaftsgütern.

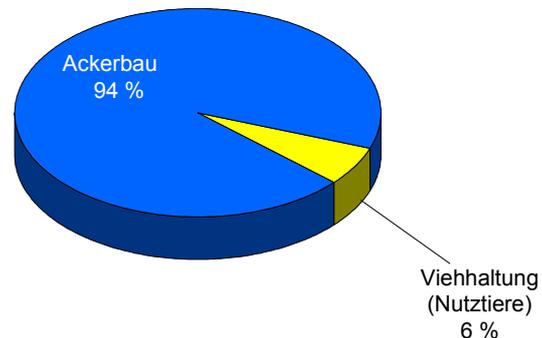


Abbildung 53: PM10-Emissionen des Sektors Landwirtschaft (2003)

5.4.5.3 PM2,5-Emissionen des

²⁵ Bei den Emissionsdaten handelt es sich um Angaben zum Ausstoß von Schwebstaub aus gefassten und diffusen primärer Quellen (vgl. auch Kapitel 5 (Einleitung)).

Sektors Landwirtschaft

Dem Sektor Landwirtschaft sind knapp 1.000 Tonnen (3 %) der PM_{2,5-Ges}-Emissionen zuzuordnen (vgl. Abbildung 32).

Diese Emissionen lassen sich unterteilen in Emissionen aus ackerbaulicher Tätigkeit (79 %) und Emissionen aus der Viehhaltung (21 %) (vgl. Abbildung 54). Der deutlich höhere PM_{2,5}-Anteil der Tierhaltung resultiert zum einen aus feinsten Stäuben von Heu, Stroh, Hack-schnitzel und Tierfutter sowie Sporen, Bakterien, Tierschuppen und Tierhaaren bzw. Geflügelfedern. Zum anderen ist der PM_{2,5}-Ausstoß der ackerbaulichen Aktivitäten vergleichsweise geringer.

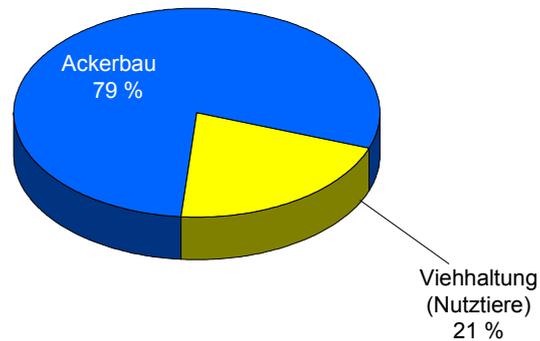


Abbildung 54: PM_{2,5}-Emissionen des Sektors Landwirtschaft (2003)

5.4.6 Emissionen des Sektors Sonstige

Der Sektor Sonstige enthält Staubemissionen aus dem Abfallbeseitigungssektor ohne thermische Verwertung und dem Lösemittelsektor. Die Emissionen des Sektors „Sonstige“ sind mit unter einem Prozent an den österreichischen TSP-Emissionen von untergeordneter Bedeutung (vgl. Abbildung 32).

5.5 Unsicherheiten der Abschätzung von Staubemissionen

Die räumliche und zeitliche Ermittlung der von verschiedenen Verursachern freigesetzten Luftverunreinigungen (Emissionen) ist Grundlage für gezielte Luftreinhaltemaßnahmen. Emissionen aus gefassten Quellen sind im Prinzip direkt messbar. Zur Einhaltung der Staubemissionsgrenzwerte bei gefassten Emissionen werden in der Regel leistungsfähige Minderungs-technologien wie z. B. Staubabscheider zur Luftreinigung eingesetzt.

Im Vergleich zu den Staubemissionen aus gefassten Quellen, die in den letzten Jahrzehnten aufgrund von zahlreichen umfassenden Minderungsmaßnahmen in einigen Sektoren zurückgegangen sind, gewinnen die Emissionen aus diffusen Quellen vor allem beim Gesamtschwebstaub, aber auch eingeschränkt bei PM₁₀ erheblich an Bedeutung. Weitere spürbare Emissionsminderungen sollten auch durch die Reduktion diffuser Staubemissionen im gleichen Umfang gelingen wie bei der Entstaubung gefasster Quellen. Hierzu ist allerdings eine systematische Erfassung diffuser Staubemissionen notwendig, die u. a. in bedeutendem Umfang bei der Lagerung, dem Umschlag und dem Transport von Schüttgütern entstehen.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass der Großteil der Feinstaubemissionen nicht durch den Schornstein, sondern aus Dachöffnungen, Hallentoren oder Fenstern sowie anderen Quellen freigesetzt werden. Diese diffusen Emissionen sowie solche aus Umschlag- und Lagerprozessen sind durch den Einsatz von Staubabscheidern nur mit großem Aufwand zu mindern.

Um die Relevanz von Staub aus diffusen Quellen abzuschätzen zu können, müssen Parameter wie Emissionsmassenstrom, Partikelgrößenverteilung und Ausbreitungsverhalten besser bekannt sein, doch derzeit gibt es kaum geeignete Verfahren, um diffuse Staubemissionen routinemäßig messtechnisch zu erfassen. Zurzeit wird die Größenordnung der Staubemissionen aus diffusen Quellen im Rahmen von Emissionserklärungen lediglich abgeschätzt oder anhand von Emissionsfaktoren, die wiederum mit erheblichen Ungewissheiten behaftet sind, berechnet.



Als weiteres Problem kann die Partikelgrößenverteilung diffus emittierter Stäube identifiziert werden, da sich diese deutlich von den Stäuben aus gefassten, mit modernen Staubabscheidern ausgerüsteten Quellen unterscheiden. Doch auch hier fehlen Messergebnisse. Ebenso ist eine Abschätzung bezüglich der Ausbreitung von Stäuben aus diffusen Quellen in Abhängigkeit des Abstandes der Staubquelle zum Boden (Halde, Anlage oder Schornstein) bzw. Entfernung zur Straße bzw. Anlage nur dann möglich, wenn Informationen über die Größenverteilung vorliegen, da die Transportsubstanz stark von der Partikelgröße abhängen.

Neben den oben beschriebenen staubimmanenten Variablen ist zur Abschätzung der Staubemissionen die Auswahl geeigneter Emissionsfaktoren, die in direkter Abhängigkeit zu unterschiedlichen Parametern und Parameterwerten stehen, von erheblicher Bedeutung. Hier kommt dem Detaillierungsgrad sowie der Gewichtung der einzelnen Faktoren zueinander eine große Bedeutung zu.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, dass die österreichische Emissionsinventur nur eine Gesamtsumme der *österreichischen* Emissionen darstellt, der Anteil der Verursacher an der Immissionsbelastung hingegen regional sehr unterschiedlich sein kann. Auch die Bewertung des Verhältnisses von Hintergrundbelastung zur aktuellen Belastung durch Industrieanlagen oder durch den Verkehr stellt eine Herausforderung dar. Der tägliche Luftgütebericht und andere immissionsseitige Berichte können unter folgender Adresse im Internet abgerufen werden:

http://www.umweltbundesamt.at/umweltschutz/luft/luftguete_aktuell/tgl_bericht/

Die Studie „Schwebestaub in Österreich - Fachgrundlagen für eine kohärente Strategie zur Verminderung der Schwebestaubbelastung“ bietet einen sehr guten Überblick über die derzeit in Österreich auftretende Belastung der Außenluft mit Schwebestaub, ihre Quellen und Verursacher sowie eine Zusammenstellung von möglichen Maßnahmen zur Verminderung der Belastung. Ebenso ist eine Beschreibung von Möglichkeiten zur Feinstaubmessung gegeben und es werden Technologien zur Staubminderung vorgestellt. Eine Kurzfassung dieser Studie sowie die Langfassung können unter folgenden Adressen im Internet abgerufen werden:

<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/presse/news2005/news20050531.pdf>

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

6 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. 2003 ist im Rahmen der UNECE/CLRTAP²⁶ das Protokoll über Schwermetalle in Kraft getreten, dessen Ziel die Begrenzung, Verringerung oder völlige Verhinderung der Ableitung, Emission und unbeabsichtigten Freisetzung ist. Von den acht Schwermetallen werden auf Grund internationaler Berichtspflichten bevorzugt Blei (Pb), Cadmium (Cd) und Quecksilber (Hg) betrachtet. Ergänzend und somit fakultativ ist derzeit noch die Abgabe von Daten zu Arsen (As), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Nickel (Ni) und Zink (Zn).

Die Schwermetallemissionen der Jahre 1985, 1990 und 1995 wurden nach WINDSBERGER et al. (1999) erhoben. Die Angaben der dazwischen liegenden Jahre wurden auf Basis der Erkenntnisse dieser Studie abgeschätzt. In einer weiteren Studie wurden die Emissionen der Schwermetalle von 1995 bis 2000 behandelt [UMWELTBUNDSAMT 2001a]. Die Ermittlung der Schwermetallemissionen für das Jahr 2003 erfolgte auf Grundlage dieser Studie.

In folgender Abbildung sind die Emissionen von Kadmium, Quecksilber und Blei der einzelnen Sektoren für das Jahr 2003 dargestellt:

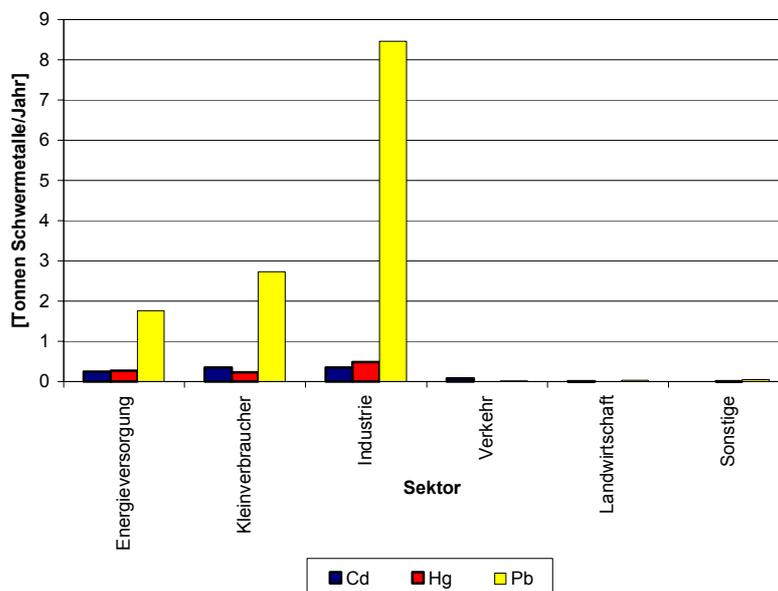


Abbildung 55: Emissionen der Schwermetalle Cd, Hg und Pb nach Sektoren für das Jahr 2003

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

Hauptverursacher

Die Schwermetallemissionen kommen zu 98 % aus den drei Sektoren Industrie, Kleinverbraucher und Energieversorgung, wobei 2003 die Industrie den mit Abstand größten Anteil (34 % Cd, 49 % Hg, 65 % Pb) an den Schwermetallemissionen verursachte.

Die Blei-Emissionen machen mit 87 % (13 t) den größten Anteil an den Schwermetallemissionen aus, die Cadmium- und Quecksilber-Emissionen machen jeweils etwa eine Tonne aus. Die Verteilung der Schadstoffe Cadmium und Quecksilber auf die drei Hauptemittenten ist gegenüber den Bleiemissionen relativ ausgeglichen.

In folgender Abbildung ist die Entwicklung des anthropogenen Ausstoßes von Cadmium, Quecksilber und Blei von 1990 bis 2003 dargestellt (Angabe als Index in Prozent).

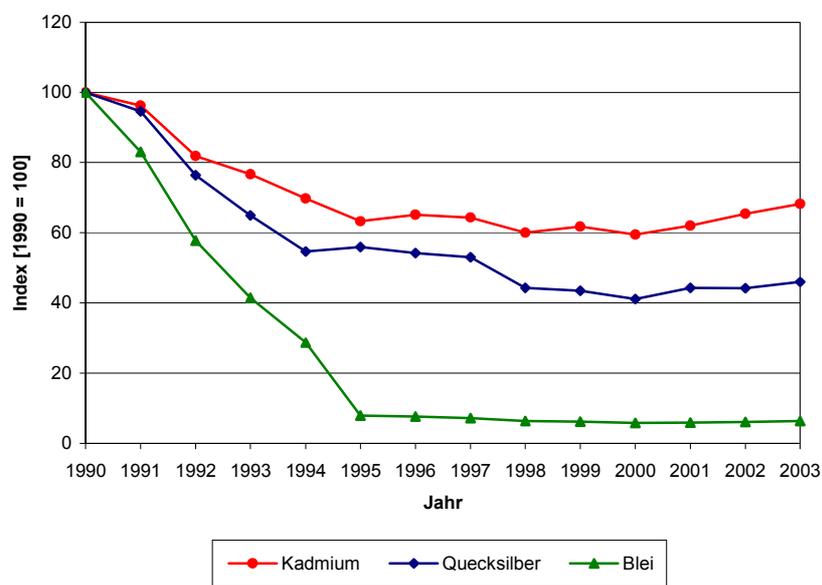


Abbildung 56: Trend der Schwermetallemissionen (Cd, Hg und Pb) von 1990 bis 2003 [%]

Trend

Seit 1990 konnten die Blei-Emissionen von 206 Tonnen um 94 % auf derzeit etwa 13 Tonnen durch vielfältige Reduzierungsmaßnahmen vor allem im Sektor Verkehr und Industrie reduziert werden. Die Emissionen von Cadmium und Quecksilber wurden im selben Zeitraum um 32 % (Cd) bzw. 54 % (Hg) auf je etwa eine Tonne reduziert.

6.1 Kadmium (Cd)

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

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

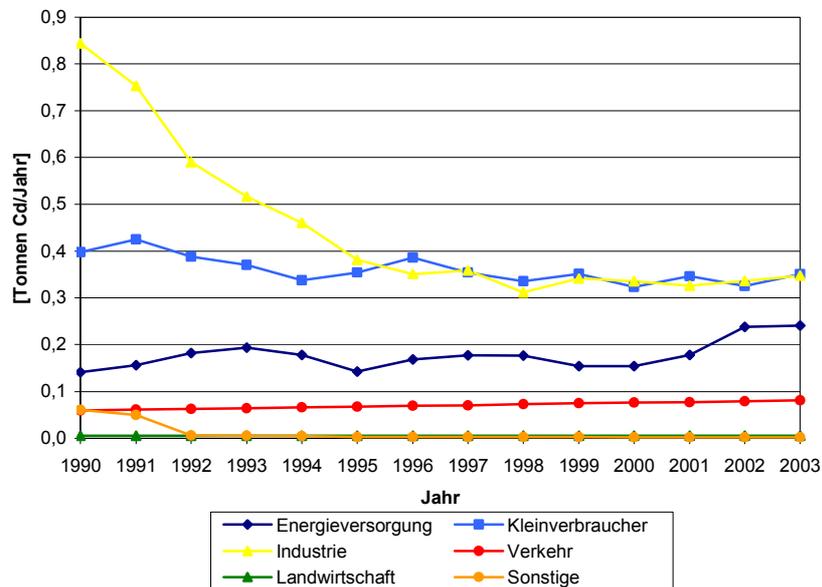


Abbildung 57: Trend der Cd-Emissionen nach Sektoren von 1990 bis 2003

Hauptverursacher und Trends

Im Jahr 2003 kamen je 34 % der Cd-Emissionen von den Kleinverbrauchern und aus dem Sektor Industrie, 23 % von der Energieversorgung, 8 % vom Verkehr und 1 % aus der Landwirtschaft.

Die Cd-Gesamtemissionen sind von 1990 bis 2003 um 32 % auf etwa eine Tonne gesunken. Der Sektor Industrie und die Kleinverbraucher lieferten mit - 59 bzw. - 12 % die maßgeblichen Beiträge zur Cd-Reduktion. Der Cd-Anstieg des Energieversorgungssektors (70 %) ist großteils auf den verstärkten Kohleeinsatz der Kraftwerke zurückzuführen.

Mit dem steigenden Verkehrsaufkommen, insbesondere des Schwerverkehrs, stiegen auch die Cd-Emissionen dieses Sektors von 1990 bis 2003 um 38 % an.

Ursachen

Cadmium wird in Österreich zum Großteil durch Verbrennung von Kohle und Koks sowie Hausmüll 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.

Cadmium-Emissionen kommen in Österreich in erster Linie in biogenen Brennstoffen wie Koks und Kohle in der Energieerzeugung und in Industrieabfällen sowie bei der Müllverbrennung vor. Aber auch bei der Verbrennung von Brennholz in Kleinf Feuerungsanlagen und der Nachverbrennung von Raffinerierückständen treten Cd-Emissionen auf. Weitere Cd-Quellen sind die Eisen- und Stahlerzeugung, hier speziell das Schrottrecycling mit Farb- und Lackanhaftungen, die Cadmiumverunreinigungen enthalten. In der Nicht-Eisen-Metallindustrie fällt Cd in der Zink- und Bleiproduktion an. Ebenfalls treten Cd-Emissionen bei der Zementherstellung an. Außerdem wird Cd vielfach als Legierungselement eingesetzt und zur Halbleiterproduktion verwendet. Als Farbpigmente und Stabilisatoren wird Cd in der Glas-,

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

6.2 Quecksilber(Hg)

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

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

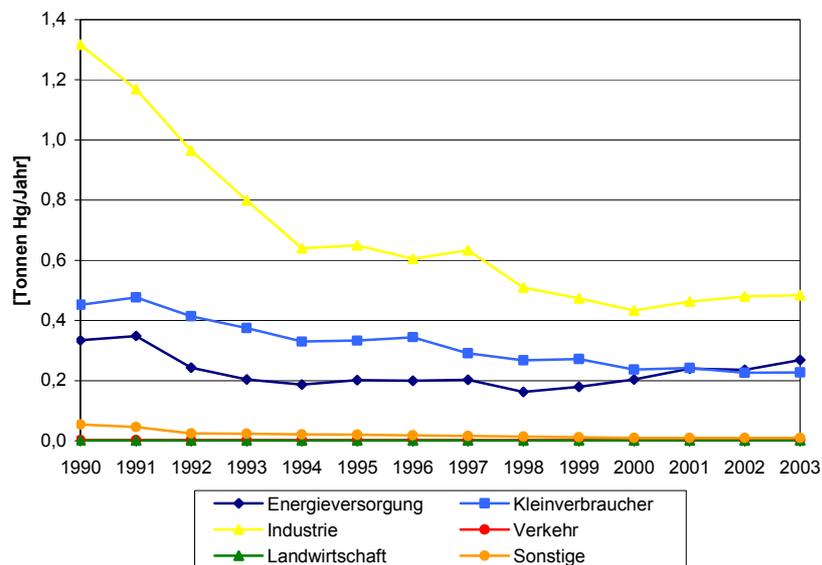


Abbildung 58: Trend der Hg-Emissionen nach Sektoren von 1990 bis 2003

Hauptverursacher und Trends

Im Jahr 2003 stammten 49 % der Hg-Emissionen aus der Industrie, 27 % von den Kraftwerken der Energieversorgung und 23 % von den Kleinverbrauchern. Die Hg-Emissionen der übrigen Sektoren sind vernachlässigbar gering.

Die Hg-Emissionen sanken zwischen 1990 und 2003 um 54 % auf knapp eine Tonne, wobei die Industrie einen Anteil von 63 % an der Gesamtreduktion erreichte. Die Kleinverbraucher reduzierten ihre Hg-Emissionen um 50 %. Mittels diverser Reduktionsmaßnahmen im Sektor Energieversorgung wie Errichtung von gekapselten Förderanlagen für Kohle und Asche, Einbau von (Elektro-)Filter und Nachbehandlung durch Nasswäsche, wurde eine Verringerung der Hg-Emissionen im Betrachtungszeitraum 1990 bis 2003 von insgesamt 20 % erreicht. Diesem positiven Trend entgegen wirkte der verstärkte Einsatz (27 %) von Kohle als Energieträger, was die Hg-Emissionen in diesem Bereich seit 1998 um etwa 69 % (seit 2002 um 14 %) wieder hat ansteigen lassen.

Ursachen

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

6.3 Blei (Pb)

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

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

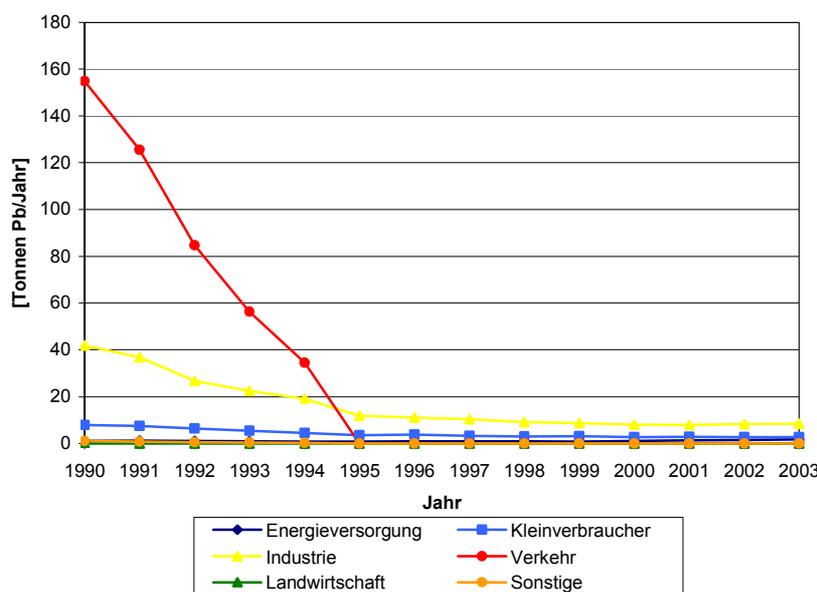


Abbildung 59: Trend der Pb-Emissionen nach Sektoren von 1990 bis 2003

Hauptverursacher und Trends

Im Jahr 2003 hatte der Sektor Industrie einen Anteil von 65 %, die Kleinverbraucher einen Anteil von 21 % und die Energieversorgung einen Anteil von 13 % an den österreichischen Pb-Emissionen. Der Verkehr spielte 2003 im Bereich der Bleiemissionen kaum noch eine Rolle.

Die Pb-Emissionen sanken zwischen 1990 und 2003 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 65 % reduzieren.



Ursachen

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

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

Weitere bedeutende Quellen von Pb-Emissionen sind die sekundäre Kupfer- & Bleierzeugung und die Verbrennung von Raffinerie-Rückständen sowie die Glaserzeugung. Bei der Verbrennung von Brennholz sowie Koks und Kohle fallen ebenfalls Pb-Emissionen an.

7 PERSISTENTE ORGANISCHE VERBINDUNGEN

Unter persistenten²⁷ organischen Schadstoffen (POPs) versteht man in der Umwelt langlebige und schädliche organische Substanzen. Die in diesem Bericht behandelten persistenten organischen Schadstoffe umfassen PAKs, Dioxine und Hexachlorbenzol.

Das Aarhus-Protokoll²⁸ über POPs, dessen Ziel die Begrenzung, Verringerung oder völlige Verhinderung der Ableitung, Emission und unbeabsichtigten Freisetzung ist, wurde als erste Maßnahme zur Beschränkung der aus den POP's resultierenden Risiken vereinbart und gilt für Europa und Nordamerika. Das Protokoll umfasst 16 Stoffe²⁹, die von einigen Ausnahmen abgesehen, nicht mehr hergestellt und verwendet werden dürfen oder aber als unerwünschte Nebenprodukte entstehen. Mit der POP-Konvention vom 17. Mai 2004, auch bekannt als Stockholmer Übereinkommen, ist ein Prozess in Gang gesetzt, der das weltweite Verbot von besonders gefährlichen Chemikalien, des so genannten "dreckigen Dutzend" (dirty dozen), zum Ziel hat.

7.1 Polzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAKs)

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

In einer Studie [UMWELTBUNDESAMT, 2001c] wurden jene vier polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe erhoben, die vom UNECE-Protokoll, dem so genannten Aarhus Protokoll (1998), betreffend persistente organische Verbindungen gefordert werden. Es handelt sich hierbei um Benz(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen und Indeno(1,2,3-cd)pyren. Die Summe der in Abbildung 60 angegebenen PAKs bezieht sich somit auf diese vier Verbindungen.

²⁷ persistent organic pollutants

²⁸ im Rahmen der UNECE/LRTAP-Convention (United Nations Economic Commission for Europe / Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (UNECE/LRTAP), UN-Wirtschaftskommission für Europa / Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen))

²⁹ Aldrin, Chlordane, Chlordecone, DDT, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Hexachlorobenzene (HCB), Mirex, Toxaphene, Hexachlorocyclohexane (HCH), Hexabromobiphenyl, Polychlorinated Biphenyls (PCBs), Dioxins / Furans (PCDD/F), Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAKs), Short-chain Chlorinated Paraffins (SCCP), Pentachlorophenol (PCP)

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

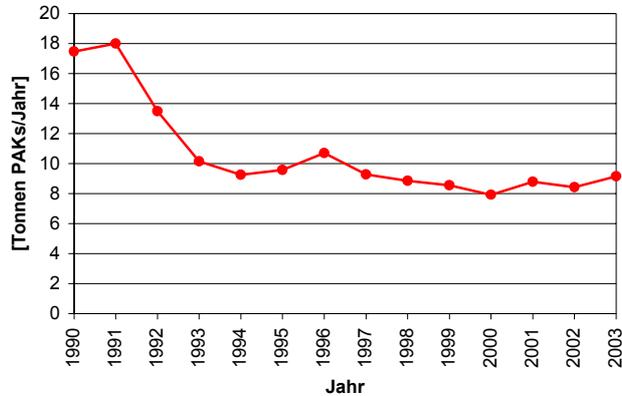


Abbildung 60: Trend der PAK-Emissionen von 1990 bis 2003

Trend

Insgesamt konnten die PAK-Emissionen im Zeitraum von 1990 bis 2003 um 48 %, d. h. um etwa 8 Tonnen reduziert werden, wobei Ende der 90iger Jahre das Emissionsniveau schon einmal geringer war.

In folgender Abbildung sind die PAK-Trends der sechs Verursachersektoren dargestellt:

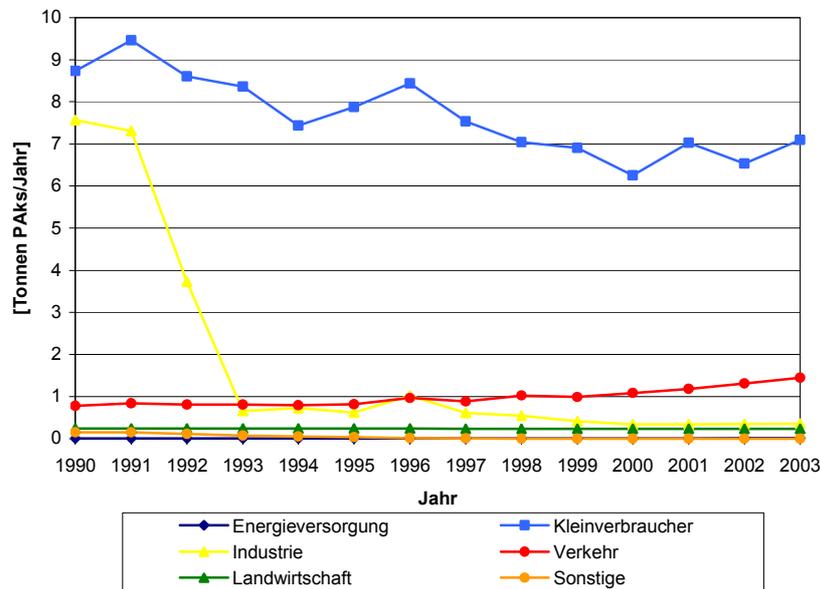


Abbildung 61: Trend der PAK-Emissionen nach Sektoren von 1990 bis 2003

Hauptverursacher und Trends

Hauptverursacher der PAK-Emissionen waren im Betrachtungszeitraum von 1990 bis 2003 die Sektoren Kleinverbraucher, Verkehr und Industrie.

Anfang der 90er Jahre hat zum einen das Verbot der offenen Strohverbrennung am Feld und zum anderen die Einstellung der Primäraluminiumproduktion zu einer deutlichen Reduktion der Emissionen von PAKs in den Sektoren Landwirtschaft und Industrie, die derzeit 3 Prozent bzw. 4 Prozent der österreichischen Gesamtemissionen ausmachen, geführt.

Seither sind die Kleinverbraucher mit einem Anteil von 78 % (2003) an den österreichischen Gesamtemissionen Hauptemittent der PAK-Emissionen. Die PAK-Emissionen aus dem Bereich der Kleinverbraucher werden einerseits durch die Menge des eingesetzten Brennholzes und andererseits durch die Verbrennungstechnologie bestimmt. Ein verstärkter Einsatz moderner Anlagen mit geringen spezifischen Emissionen würde eine weitere deutliche Reduktion des PAK-Ausstoßes bewirken.

Die PAK-Emissionen des Verkehrs sind in den vergangenen 13 Jahren von 4 Prozent (1990) auf 16 Prozent (2003) stetig angestiegen. Ein Minderungspotenzial ergibt sich zukünftig aus der Reduktion der Russ-Emissionen aus mit Dieselmotor betriebenen Kraftfahrzeugen, da PAKs großteils an diese Mikropartikel adsorbiert sind.

7.2 Dioxine

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

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

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

Nach den Ergebnissen der Studie "PCDD/F - Emissionspotentiale in Österreich" [UMWELTBUNDESAMT 2000a] werden die mengenmäßig größten Emissionen an Dioxinen und Furanen durch den Hausbrand, die Sinteranlagen, die Sekundär-Aluminiumerzeugung, die Gewinnung und Produktion von Eisen und Stahl und die Branchen, die Holz- und Holzreststoffe thermisch verwerten, verursacht. Branchen, die aufgrund der verwendeten Verfahren, der Einsatzstoffe sowie der Betriebsbedingungen Anlagen mit hohem Dioxinmissionspotential betreiben, spielen bedingt durch die in den letzten Jahren gesetzten Minderungsmaßnahmen für die Gesamtemission nur noch eine untergeordnete Rolle. Dazu gehören z. B. die Müllverbrennungsanlagen und mit einigen Einschränkungen die Sekundär-Kupferproduktion.

In folgender Abbildung ist der Trend der Dioxinmissionen Österreichs dargestellt:

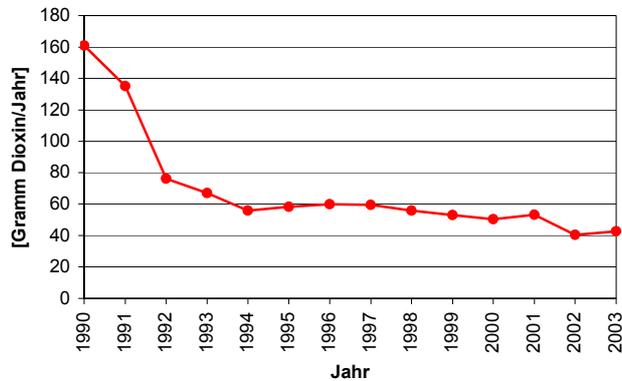


Abbildung 62: Trend der Dioxin-Emissionen von 1990 bis 2003

Trend

Im Zeitraum 1990 bis 2003 konnten die Dioxinmissionen um 73 % von 161 g auf etwa 43 g reduziert werden. Während in den ersten drei Jahren insgesamt eine Emissionsminderung um 65 % erfolgte, waren seit 1994 lediglich Reduktionen von weiteren 23 % zu verzeichnen. Im Verlaufe des Jahres 2002 konnten eine Reihe anstehender Reduktionspotenziale erfolgreich umgesetzt werden, so dass in diesem Jahr eine Emissionsreduktion um 23 % erreicht werden konnte.

In folgender Abbildung sind die Trends der sechs Verursachersektoren dargestellt:

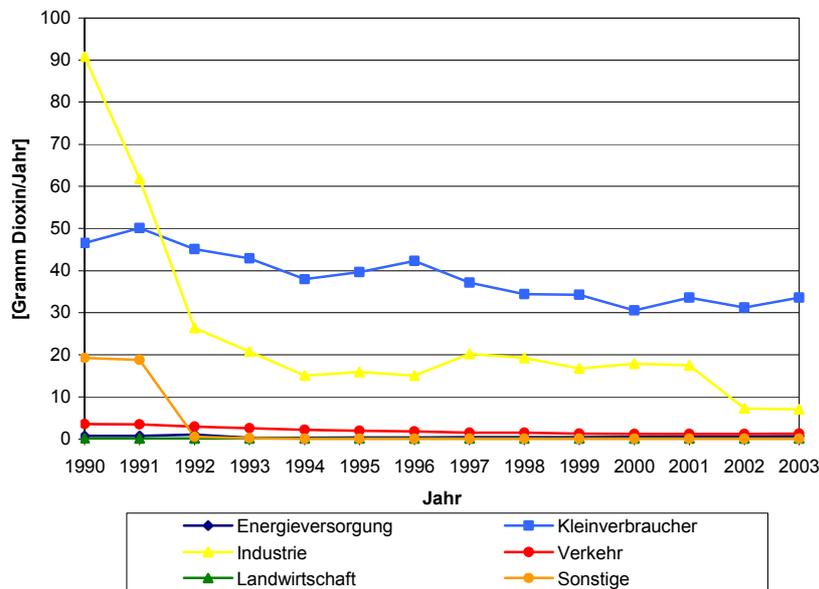


Abbildung 63: Trend der Dioxin-Emissionen nach Sektoren von 1990 bis 2003

Hauptverursacher und Trends

Seit Ende der 80er Jahre konnten die Dioxinmissionen erheblich reduziert werden. Dies ist vor allem auf umfangreiche Emissionsminderungsmaßnahmen, die in der Industrie und bei den Müllverbrennungsanlagen gesetzt worden waren, zurückzuführen. Auslöser für die Reduktion der Emissionen Ende der 80er Jahre war der Erlass der Luftreinhalteverordnung, welche die Dioxinmissionen bei der Abfallverbrennung sowie bei Dampfkesselanlagen beschränkt. Zu Beginn dieses Jahrtausends konnte eine signifikante Verringerung der Emissionen in der Industrie, die vorwiegend dem Sintervorgang in der Eisen- und Stahlerzeugung zuzuschreiben sind, verzeichnet werden. Im Jahr 2003 verursachte der Sektor Industrie nur noch 16 % der österreichischen Dioxin-Emissionen. Die Energieversorgung war lediglich für 2 % der Dioxinmissionen Österreichs verantwortlich.

Seit 1992 liefern die Kleinverbraucher den größten Beitrag (Heizungs- und Kleinf Feuerungsanlagen, insbesondere Verbrennung von festen Brennstoffen). Die Emissionen aus diesem Bereich nahmen in den letzten Jahren vergleichsweise wenig ab und betragen im Jahr 2003 79 %. Im Bereich der Kleinf Feuerungsanlagen 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.

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

7.3 Hexachlorbenzol

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

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

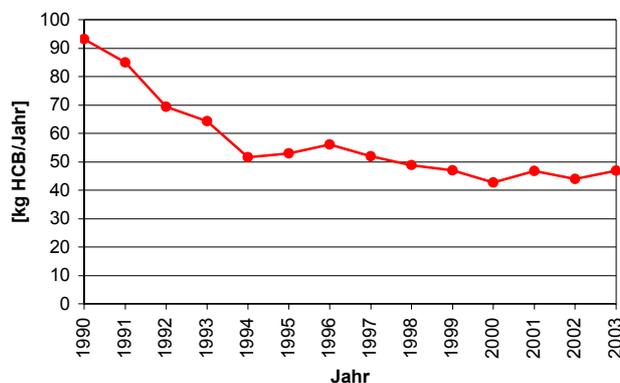


Abbildung 64: Trend der HCB-Emissionen von 1990 bis 2003

Trend

Im Zeitraum 1990 bis 2003 ist eine Reduktion um insgesamt 50 % auf etwa 47 kg zu verzeichnen. Die größten Verminderungen wurden in der ersten Hälfte der 90er Jahre geleistet.

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

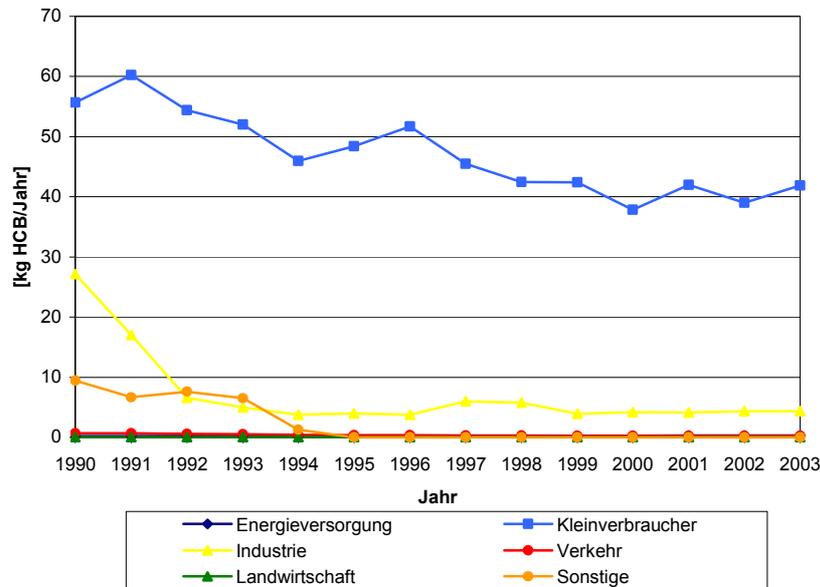


Abbildung 65: Trend der HCB-Emissionen nach Sektoren von 1990 bis 2003

Hauptverursacher und Trends

Im Jahr 2003 waren die Kleinverbraucher (Kleinfeuerungsanlagen) mit einem Anteil von 89 % Hauptverursacher der HCB-Emissionen. Die Industrie hatte einen Anteil von 9 %. Je 1 % der Emissionen kam von der Energieversorgung bzw. vom Verkehr.

Im Zeitraum von 1990 bis 2003 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 25 %, 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 Verbotbeschränkungen (BGBL. Nr. 97/1992) bestimmter gefährlicher Stoffe in Pflanzenschutzmitteln zurückzuführen. Seither entstehen beim Gebrauch von Pestiziden (Hauptverursacher: Holzimprägnierungsmittel) keine nennenswerten HCB-Emissionen mehr.

8 VERURSACHERTRENDS

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

8.1 Energieversorgung

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 Luftschadstoffe aus dem Sektor Energieversorgung dargestellt, deren Anteil an den Gesamtemissionen mehr als 5 % beträgt.

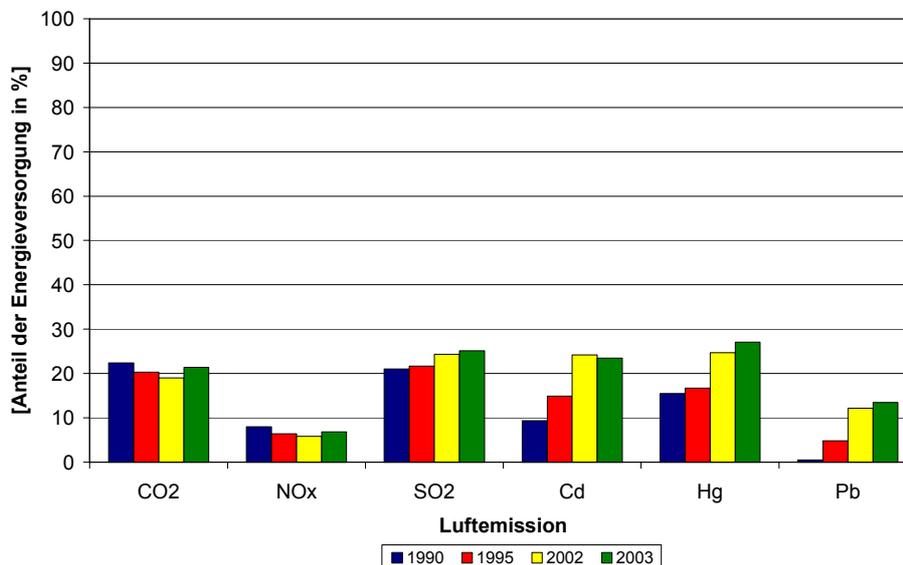


Abbildung 66: Anteil des Sektors Energieversorgung an den Gesamtemissionen

Hauptschadstoffe

Mit einem Anteil von 21 % bei CO₂, 7 % bei NO_x und 25 % bei SO₂ tragen die Emissionen der Energieversorgung im Jahr 2003 zum Teil beträchtlich zu den österreichischen Gesamtemissionen bei. Auch bei den Schwermetallen Cd (23 % Anteil), Hg (27 % Anteil) und Pb (13 % Anteil) zählt der Sektor Energieversorgung zu den Hauptverursachern.



Treibhausgase

Folgende Abbildung zeigt den CO₂-Trend des Sektors Energieversorgung:

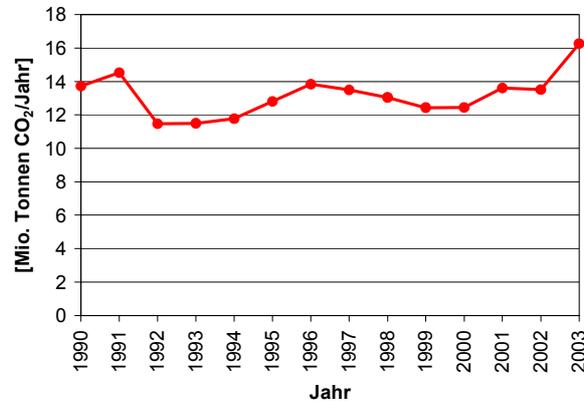


Abbildung 67: CO₂-Emissionen des Sektors Energieversorgung 1990 bis 2003

Trends und Ursachen

1990 bis 2003 sind die CO₂-Emissionen der Energieversorgung um insgesamt 19 % auf 16,3 Millionen Tonnen angestiegen.

Der starke Anstieg von 2000 auf 2001 lässt sich mit der vermehrten Produktion von Elektrizität in öffentlichen Kraftwerken generell und dem verstärkten Einsatz emissionsintensiver Kohle im speziellen erklären. Der Hauptgrund für den starken Anstieg der CO₂-Emissionen 2003 gegenüber dem Vorjahr ist ein Anstieg der öffentlichen Strom- und Wärmeproduktion in kalorischen Kraftwerken. Neben einem starken Anstieg des inländischen Stromverbrauchs um rund 10 Prozent kam es gleichzeitig wegen eines niederschlagsarmen Jahres zu einer Verminderung der Stromproduktion aus Wasserkraft.

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 2003.

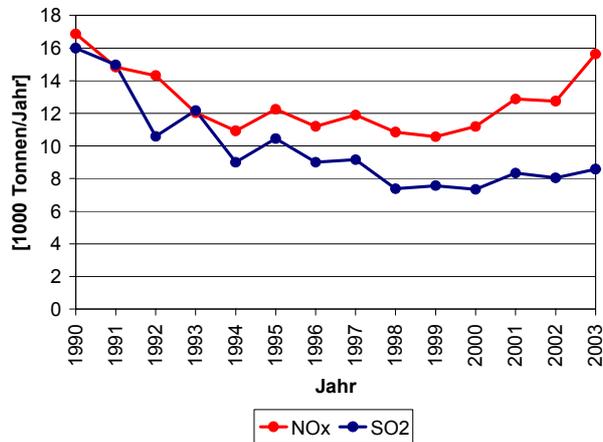


Abbildung 68: SO₂ und NO_x-Trends des Sektors Energieversorgung 1990 bis 2003

Sowohl die Stickoxide als auch Schwefeldioxid weisen bis zum Jahr 2000 eine rückläufige Tendenz auf. Ab dem Jahr 2000 kommt es zu massiven Anstiegen. Wegen der vermehrten Stromproduktion in kalorischen Kraftwerken kommt es 2002 bis 2003 bei NO_x zu einem Anstieg um 23 % und bei SO₂ zu einem Anstieg um 7 %.

Trends und Ursachen

Der Anstieg der NO_x-Emissionen ab 2000 erfolgte durch die Zunahme des Einsatzes von Kohle und Erdgas zur Stromproduktion sowie Biomasse zur Fernwärmeerzeugung.

Die Zunahme der SO₂-Emissionen erfolgte durch den Anstieg des Kohleverbrauches bei der Stromerzeugung.

Schwermetalle

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

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 Anteile nicht angeführt.

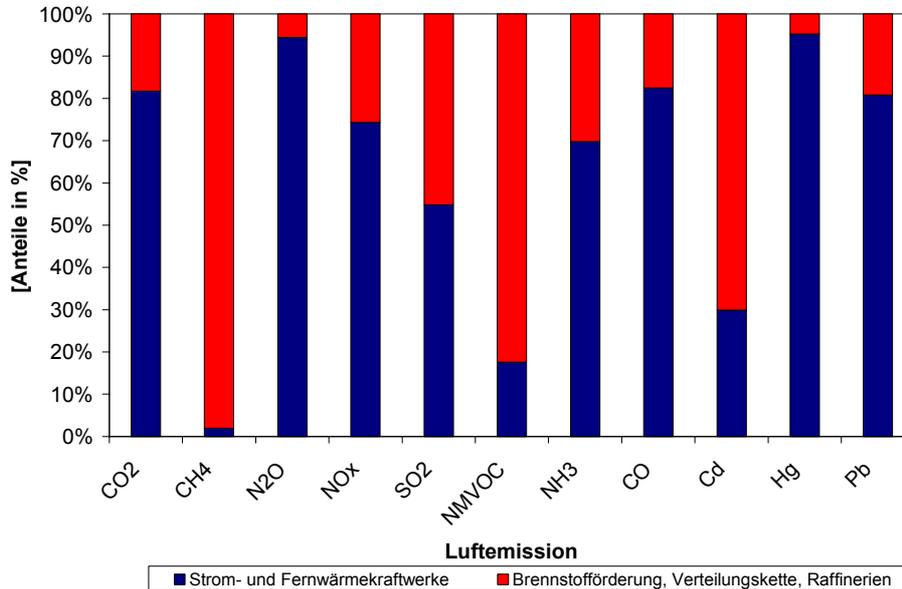


Abbildung 69: Anteile der Emissionen öffentlicher Strom- und Fernwärmekraftwerke am Energieversorgungssektor 2003

Der Sektor Energieversorgung wird bei den meisten Luftschadstoffemissionen von den öffentlichen Strom- und Fernwärmekraftwerken 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).

8.2 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 NO_x und 96 % bei CO_2 für 2003) entstammt dem Straßenverkehr.

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

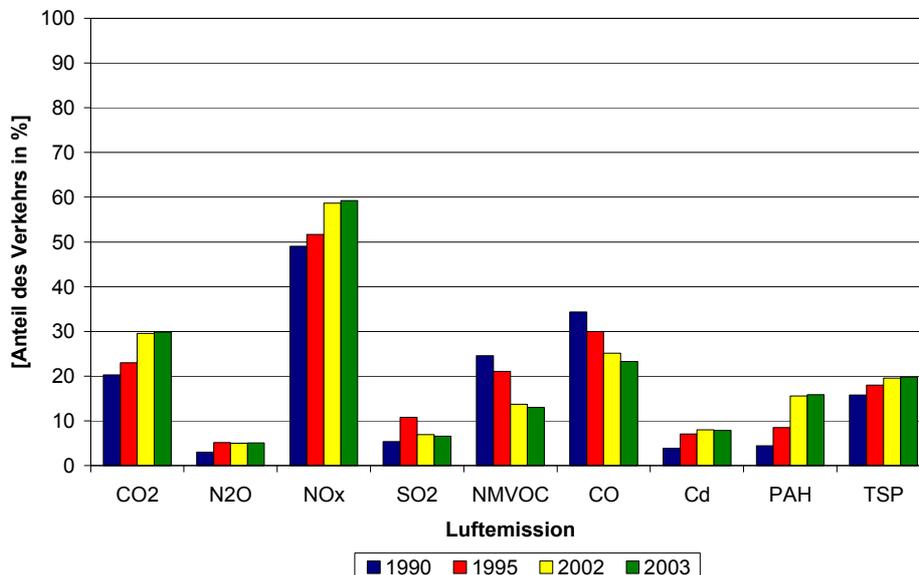


Abbildung 70: Anteil des Verkehrssektors an den Gesamtemissionen

Hauptschadstoffe

Aus lufthygienischer Sicht besonders kritisch zu beurteilen ist der laufend größer werdende Verkehrsanteil am Ozonvorläufer NO_x (2003: 59 %). Auch der Anteil der Verkehrsemissionen an den gesamten CO_2 -Emissionen hat in den letzten Jahren zugenommen. Dieser ist von 20 % im Jahr 1990 auf 30 % im Jahr 2003 angestiegen. Bei den Schadstoffgruppen NMVOC und CO konnte seit 1990 der sektorale Anteil gesenkt werden. Dennoch emittiert der Verkehrssektor etwa 13 % der NMVOC Emissionen, was angesichts deren Bedeutung als Ozonvorläufersubstanzen problematisch ist. Der Anteil der CO-Emissionen liegt bei 23 %, wobei von diesem Schadstoff ein geringeres Gefährdungspotential ausgeht.

Treibhausgase

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

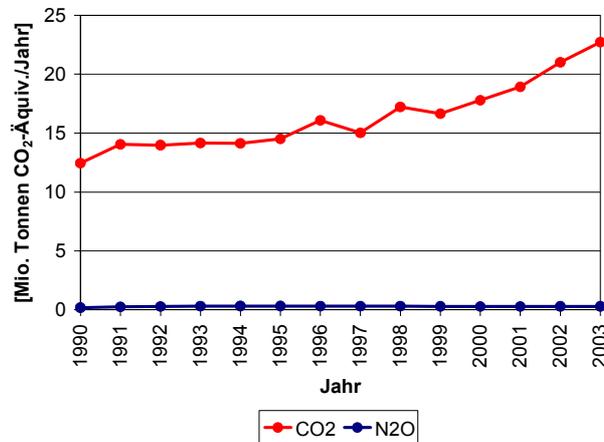


Abbildung 71: Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors 1990 bis 2003

Trends und Ursachen

CO₂ war 2003 für 99 % der gesamten THG-Emissionen des Verkehrssektors verantwortlich. Von 1990 bis 2003 ist eine Zunahme um 83 % von 12,4 Millionen Tonnen auf 22,7 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 entgegensteht.

Der starke Anstieg ist u. a. auf den seit Ende der 90-er Jahre zunehmenden „Tanktourismus“ zurückzuführen: Basis der Emissionsberechnungen ist der in Österreich verkaufte Treibstoff. Da die Treibstoffpreise in Österreich teilweise deutlich günstiger als im benachbarten Ausland sind, wird unter anderem Treibstoff in Österreich gekauft, allerdings im Ausland „verfahren“ (z. B. österreichischer Spediteur tankt noch einmal in Österreich seinen Tank voll, bevor er die Grenze passiert). Diese Fahrleistungen und die daraus resultierenden Emissionen werden der Österreichischen Inventur zugerechnet. Ca. 30 % der Treibhausgasemissionen im Jahr 2003 waren auf Tanktourismus zurück zu führen.

Mit zusätzlichen 6,3 Millionen Tonnen CO₂-Emissionen (+ 205 %) von 1990 bis 2003 ist beim LKW-Verkehr (leichte und schwere Nutzfahrzeuge) der größte Zuwachs von allen Verkehrsträgern zu verzeichnen. Die CO₂-Emissionen der PKW nahmen im selben Zeitraum um rund 41 % bzw. 3,6 Millionen Tonnen zu.

Einen Anstieg um rund 65 % verzeichnen auch die N₂O-Emissionen des Verkehrssektors (von 170.000 Tonnen CO₂-Äquivalente im Jahr 1990 auf 280.000 Tonnen CO₂-Äquivalente im Jahr 2003). Die Zunahme wurde von den Personenkraftwagen mit Ottomotor verursacht, da Lachgas ein Nebenprodukt der katalytischen Abgasnachbehandlung ist. Durch die Einführung des Katalysators im Jahr 1987 kam es bis Mitte der 90-er Jahre zu einer Verdoppelung der N₂O-Emissionen. Durch den Trend zu Dieselfahrzeugen hat sich der Anteil an Benzinfahrzeugen und in der Folge der Lachgasemissionen wieder reduziert. N₂O weist ein besonders hohes 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 2003 dargestellt:

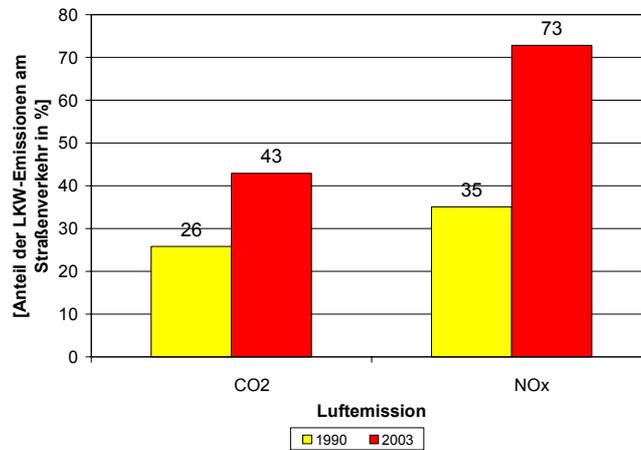


Abbildung 72: Anteil der CO₂ und NO_x-Emissionen von LKW am Straßenverkehr 1990 und 2003

Im Zeitraum von 1990 bis 2003 ist der relative Anteil der LKW-Emissionen am Gesamtstraßenverkehr sowohl bei CO₂ als auch bei NO_x gestiegen. Dies ist vor allem auf den überdurchschnittlichen Anstieg des LKW-Verkehrs zurückzuführen (die Fahrleistungen von LKW sind um rund 176 %, die der PKW um rund 60 % gestiegen).

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 besonders bei den Luftschadstoffen Blei (Pb), Schwefeldioxid (SO₂), Kohlenwasserstoffe (NMVOC) und Kohlenmonoxid (CO) zu einer merklichen Reduktion der Gesamtemissionen. Bei den Stickoxiden (NO_x) hingegen kam es von 1990 bis 2003 zu einem Anstieg der Emissionen aus dem Sektor Verkehr um 31 %.

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

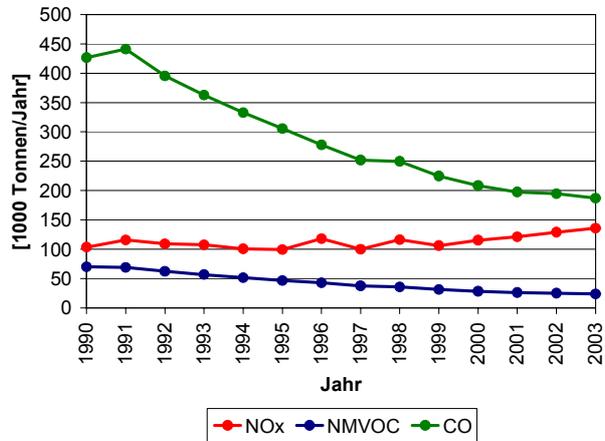


Abbildung 73: NO_x, NMVOC und CO-Emissionen des Verkehrssektors 1990-2003

Trends und Ursachen

Die gesamten NMVOC-Emissionen des Verkehrssektors konnten durch Optimierungen der Verbrennungsvorgänge im Motor sowie die Einführung der Katalysatorpflicht um 66 % von 70.000 Tonnen im Jahr 1990 auf 24.000 Tonnen im Jahr 2003 reduziert werden.

Bei den CO-Emissionen ist ebenfalls eine deutliche Reduktion zu verzeichnen. Sie sanken in den letzten 12 Jahren um 56 % von 427.000 Tonnen auf 187.000 Tonnen.

Die SO₂-Emissionen sind im Zeitraum 1990 bis 2003 um 45 % von 4.000 Tonnen auf 2300 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 seit 1990 um 31 % gestiegen. 2003 wurden 136.000 Tonnen NO_x-Emissionen verzeichnet. Dies stellt speziell hinsichtlich der Tatsache, dass der Verkehrssektor die größte Verursacherguppe bei den Stickoxidemissionen ist, eine kritische Entwicklung dar.

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

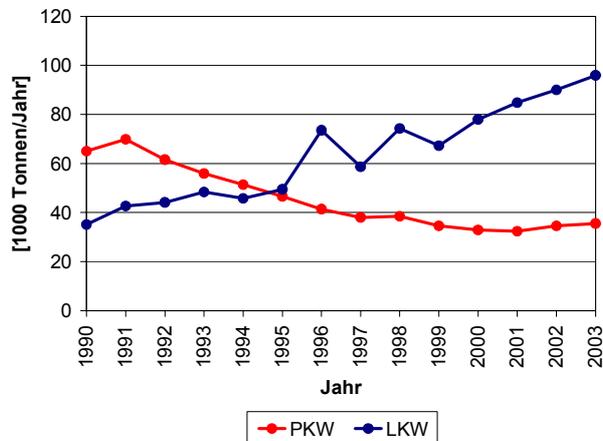


Abbildung 74: NO_x-Emissionen von LKW und PKW 1990-2003

Nahmen seit 1990 die NO_x-Emissionen von PKW aufgrund der Einführung der Katalysatorpflicht bei benzinbetriebenen PKW um 45 % ab, so ist in den letzten Jahren in erster Linie aufgrund des Dieselbooms wieder eine steigende Tendenz vorhanden. 2002 auf 2003 stiegen die NO_x-Emissionen von PKW um 3 % auf 36.000 Tonnen an. Neben den zunehmenden Fahrleistungen ist somit der vermehrte Einsatz von Diesel PKW hauptverantwortlich für diesen Trend.

LKW verursachten im Jahr 2003 96.000 Tonnen NO_x-Emissionen, das sind um 173 % mehr als 1990. Rund 73 % der Stickoxid-Emissionen vom Straßenverkehr stammten 2003 von LKW (vgl. Abbildung 72). Sie sind somit wesentlichster Emittent dieses Luftschadstoffes in Österreich. Grund für diese Entwicklung ist neben den hohen spezifischen Schadstoffemissionen der Fahrzeuge der starke Anstieg der Transportleistung im straßengebundenen Güterverkehr.

Persistente Organische Verbindungen

Die Emissionen verkehrsbedingter persistenter organischer Verbindungen (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Dioxine und Hexachlorbenzol) zeigen seit 1990 zwei verschiedene Entwicklungen: Die PAKs haben bis 2003 stark zugenommen (+ 87 %) während Dioxine und HCB (methodikbedingt) gleich hohe Reduktionen (- 65 %) zeigen.

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

8.3 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 1.4) 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 CO_2 , N_2O , NO_x , CO , NMVOC, SO_2 , Cd, Hg, Pb, PAK, Dioxine, HCB und TSP bei.

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

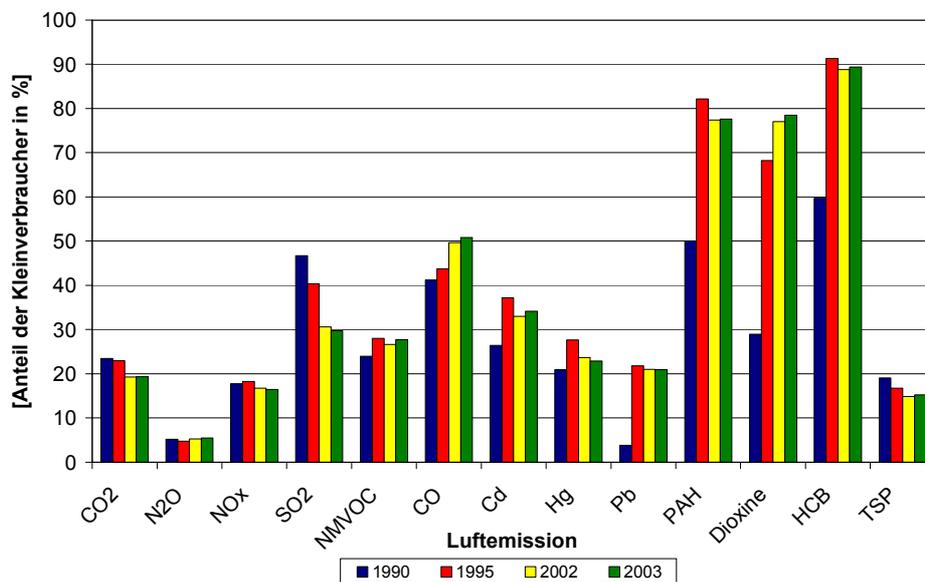


Abbildung 75: Anteil der Kleinverbraucher an den Gesamtemissionen

Hauptschadstoffe

Im Jahr 2003 verursachten die Kleinverbraucher 19 % der CO_2 -Emissionen, 6% der N_2O -Emissionen, 16 % der NO_x -Emissionen, 51 % der CO -Emissionen, 28 % der NMVOC-Emissionen, 30 % der SO_2 -Emissionen, 34 % der Cd-Emissionen, 23 % der Hg-Emissionen, 21 % der Pb-Emissionen, 78 % der PAK-Emissionen, 78 % der Dioxin-Emissionen, 89 % der HCB- und 15 % 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 CO_2 -Bilanz, vielfach noch bestehende veraltete Anlagen bewirken aber hohe Emissionen von NMVOC, CO , Cd, Hg, PAK und Dioxin.

8.4 Industrie

Der Sektor Industrie beinhaltet sehr unterschiedliche Verursacher von Luftschadstoffen. So umfasst er z. B. die Schwerindustrie (Eisen- und Stahlindustrie), die chemische Industrie, die Papierindustrie, die industrielle Nahrungsmittelproduktion bzw. den Bergbau (ohne Brennstoffförderung, vgl. Kapitel 1.4).

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

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

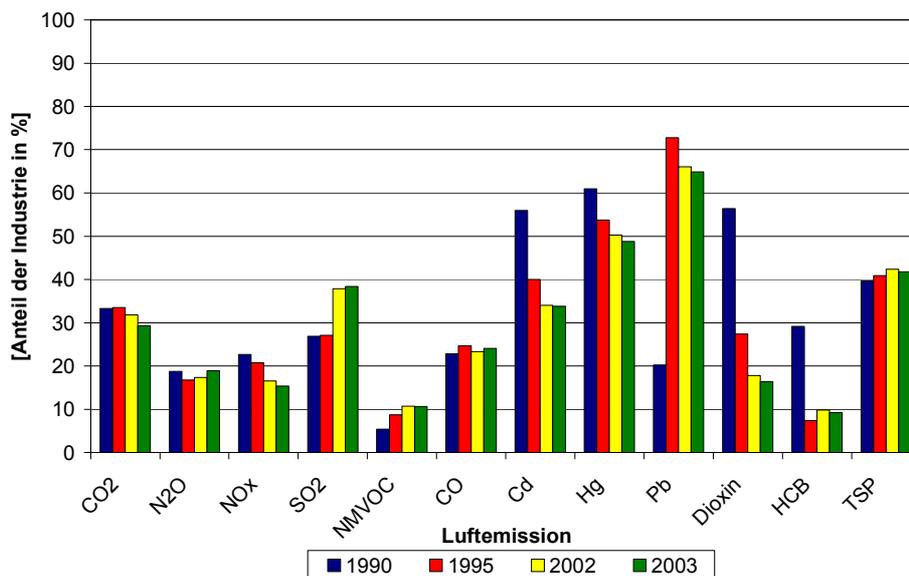


Abbildung 76: Anteil der Industrie an den Gesamtemissionen

Hauptschadstoffe

Im Jahr 2003 verursachte die Industrie 29 % der CO₂-Emissionen, 19 % der N₂O-Emissionen, 15 % der NO_x-Emissionen, 38 % der SO₂-Emissionen, 11 % der NMVOC-Emissionen, 24 % der CO-Emissionen, 34 % der Cd-Emissionen, 49 % der Hg-Emissionen, 65 % der Pb-Emissionen, 16 % der Dioxin-Emissionen, 9 % der HCB-Emissionen und 42 % der TSP-Emissionen.

Treibhausgase

Der Großteil der Treibhausgasemissionen aus diesem Sektor (88 %) 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 2.4.4 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 Treibhausgase CO₂, N₂O und der F-Gase des Sektors Industrie:

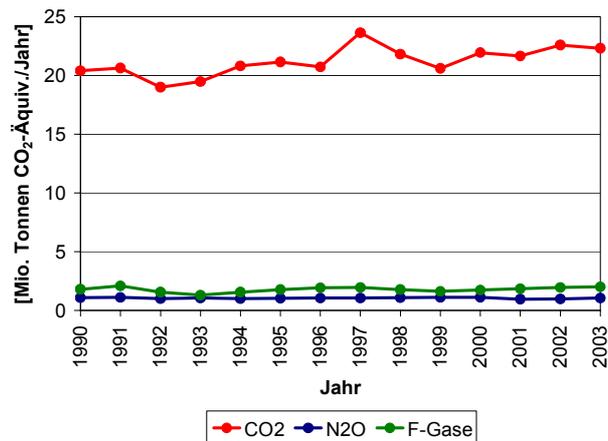


Abbildung 77: Trend der Treibhausgasemissionen des Sektors Industrie 1990-2003

Trends und Ursachen

Die Treibhausgasemissionen des Sektors Industrie sind seit 1990 um 9 % gestiegen. Änderungen zum Vorjahresbericht ergaben sich aus einer Revision bzw. Aktualisierung der Zahlen der letzten Inventurjahre.

Zu Beginn der 90er Jahre zeigten alle Industriezweige einen steigenden Trend ihrer Emissionen: im Zeitraum 1990 bis 1997 sind vor allem die Treibhausgasemissionen der Papier- und der Nahrungsmittelindustrie stark gestiegen (um jeweils mehr als 30 %).

Seit 1997 sind die Emissionen der Mineralischen und Sonstigen Industrie, und vor allem der Papierindustrie, wieder rückläufig. Eine Ursache für diese Entwicklung ist der Rückgang der industrieeigenen Strom- und Wärmeproduktion nach der Strommarktliberalisierung.

Zusammen mit dem weiter leicht steigenden bzw. stagnierenden Trend der anderen Industriezweige und dem Anstieg der Emissionen an F-Gasen von 14 % seit dem Basisjahr 1995 ergibt sich ein Gesamt-Trend für den Industriesektor von plus 9 % für den Zeitraum von 1990 bis 2003.

Die Lachgasemissionen sind seit 1990 etwa gleich geblieben, durch Einsatz eines Katalysators in der Salpetersäureproduktion konnte trotz leicht gesteigener Produktion insgesamt eine Reduktion der Emissionen um 2 % erzielt werden.

Sonstige Luftschadstoffe

Bei den klassischen Luftschadstoffen konnte die Industrie ihre Emissionen im Zeitraum 1990 bis 2003 zumeist erheblich reduzieren.

In folgender Abbildung ist der Trend der Ozonvorläufersubstanzen NO_x, NMVOC und CO und von SO₂ dargestellt:

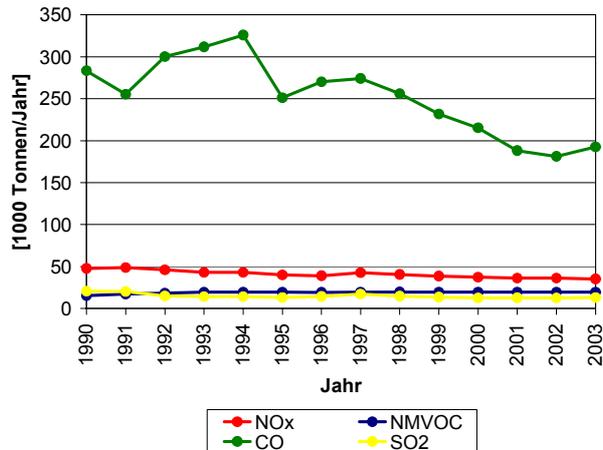


Abbildung 78: Emissionstrend der Ozonvorläufersubstanzen und SO₂ des Sektors Industrie 1990-2003

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 und den Einsatz von Entschwefelungsanlagen zurückzuführen. Im Jahr 2003 lag das Emissionsniveau 36 % unter dem von 1990. Die Zunahme des Anteils des Sektors Industrie an den Gesamtemissionen (siehe Abbildung 76) 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 2003 konnten so die NO_x-Emissionen der Industrie um 26 % gesenkt werden.

Durch Optimierung der Verbrennungstechnik konnten auch die CO-Emissionen im betrachteten Zeitraum um 32 % reduziert werden.

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

Schwermetalle, Dioxin, HCB und TSP

Die Schwermetallemissionen aus dem Sektor Industrie sind bis Mitte der Neunziger Jahre stark gesunken. Hauptverantwortlich für den hohen Anteil dieses Sektors sind die Prozesse in der Stahl-, sowie der Zement- und Glaserzeugung.

Der Anstieg des Bleianteils des Sektors Industrie an den österreichischen Gesamtemissionen (siehe Abbildung 76: Anteil der Industrie an den Gesamtemissionen) in den letzten Jahren ist durch den noch stärkeren Rückgang der Pb-Emissionen des Verkehrs erklärbar.

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

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

Die TSP-Emissionen des Sektors Industrie sind seit 1990 um 11 % gestiegen. Der Anstieg geht ausschließlich auf steigende Emissionen beim Schüttgutumschlag aufgrund der gestiegenen Produktion zurück. Die Emission der aus der Verbrennung resultierenden (pyrogenen) Staubemissionen ist seit 1990 um etwa 8 % gesunken.

8.5 Landwirtschaft

Der Sektor Landwirtschaft ist für den überwiegenden Anteil der NH₃- und N₂O-Emissionen verantwortlich. Auch die Hälfte der gesamten CH₄-Emissionen stammt aus diesem Bereich.

Die PAK-Emissionen aus der Landwirtschaft sind aufgrund des Verbotes der Strohverbrennung am Feld Ende der 80er Jahre (mit nur wenigen bewilligten Ausnahmen) wesentlich reduziert worden. 2003 kamen nur noch 2,5 % der PAK-Emissionen aus diesem Sektor.

In folgender Abbildung ist der Anteil der Landwirtschaft an den österreichischen Gesamtemissionen für CH₄, N₂O, NH₃ und TSP dargestellt:

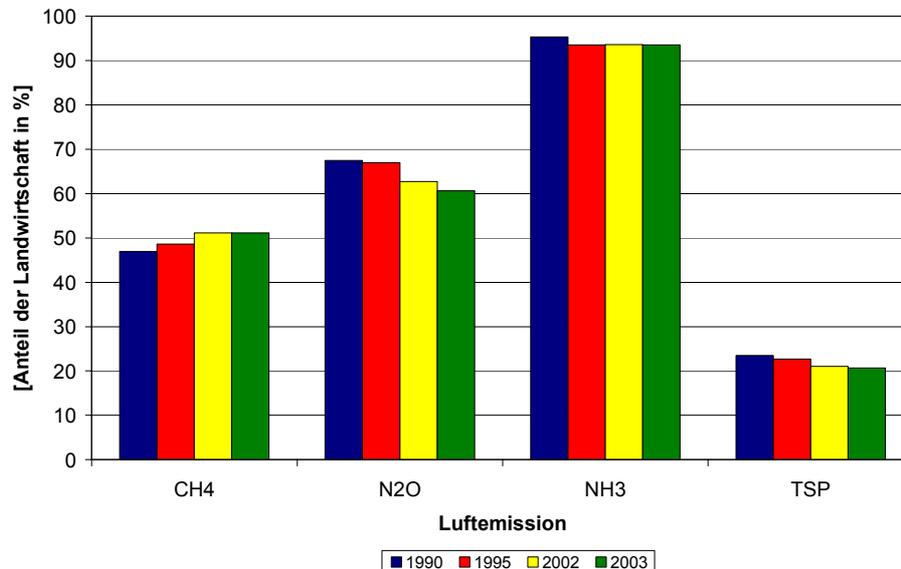


Abbildung 79: Anteil der Landwirtschaft an den Gesamtemissionen

Hauptschadstoffe

Im Jahr 2003 verursachte die Landwirtschaft 94 % der NH₃-Emissionen, 61 % der N₂O-Emissionen, 51 % der CH₄-Emissionen und 21 % der TSP-Emissionen.

Treibhausgase

Folgende Abbildung zeigt die Emissionstrends der Treibhausgase CH₄ und N₂O aus dem Sektor Landwirtschaft:

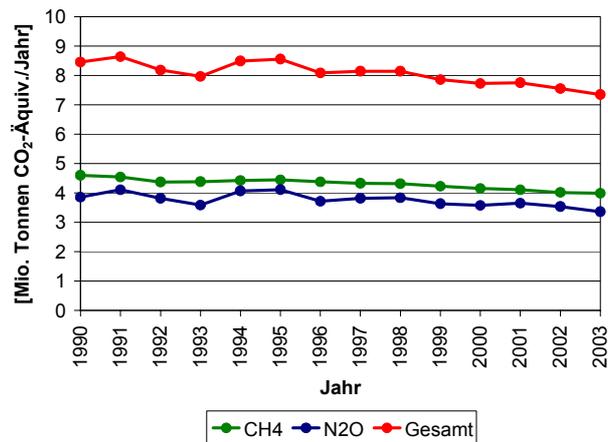


Abbildung 80: Treibhausgase des Landwirtschaftssektors 1990 bis 2003 (in CO₂-Äquivalenten)

Trends und Ursachen

Die Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft konnten im Zeitraum 1990 bis 2003 um insgesamt 13 % verringert werden.

Die Methanemissionen schwanken im Wesentlichen mit dem Viehbestand (insbesondere der Rinder). Bei den N₂O-Emissionen prägt der unterschiedlich hohe Düngemiteleinsatz (Mineral- und organischer Dünger) den Trendverlauf. Im Folgenden werden die wichtigsten Emissionsquellen näher beschrieben:

CH₄-Ausgasungen von Wiederkäuern (Rindermägen)

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

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

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

CH₄-Emissionen beim Gülle-Management

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 130 Biogasanlagen betrieben.

N₂O-Emissionen bei Düngung und Güllemaangement

Die Lachgasemissionen der österreichischen Landwirtschaft entstehen zum überwiegenden Teil (zu etwa 80 %) bei der Düngung landwirtschaftlicher Nutzflächen. Der Rest entgast beim Güllemaangement, wobei aus 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.

Sonstige Luftschadstoffe

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

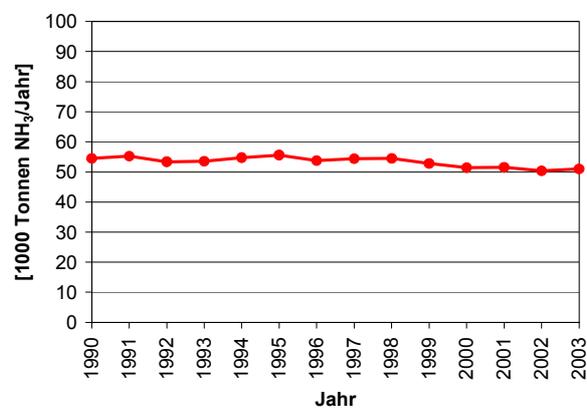


Abbildung 81: NH₃-Emissionen des Landwirtschaftssektors 1990 bis 2003

Trends und Ursachen

Die NH₃-Emissionen der Landwirtschaft haben leicht fallende Tendenz. Zwischen 1990 und 2003 sanken sie um 6 % von 54.000 Tonnen auf 51.000 Tonnen. Diese Abnahme lässt sich auf die rückläufigen Viehbestandszahlen zurückführen.

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

8.6 Sonstige

Der Sektor Sonstige beinhaltet die Emissionsquellen Lösemittelgebrauch (vorwiegend NMVOC) und Abfallbehandlung (vorwiegend CH₄ aus Mülldeponien).

2003 verursachte dieser Sektor einen beachtlichen Teil der österreichischen Gesamtemissionen der Luftschadstoffe CH₄ und NMVOC. Rund 40 % der gesamten CH₄-Emissionen, 45 % der gesamten NMVOC-Emissionen und 8,7 % der gesamten N₂O-Emissionen kamen aus diesem Bereich.

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

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

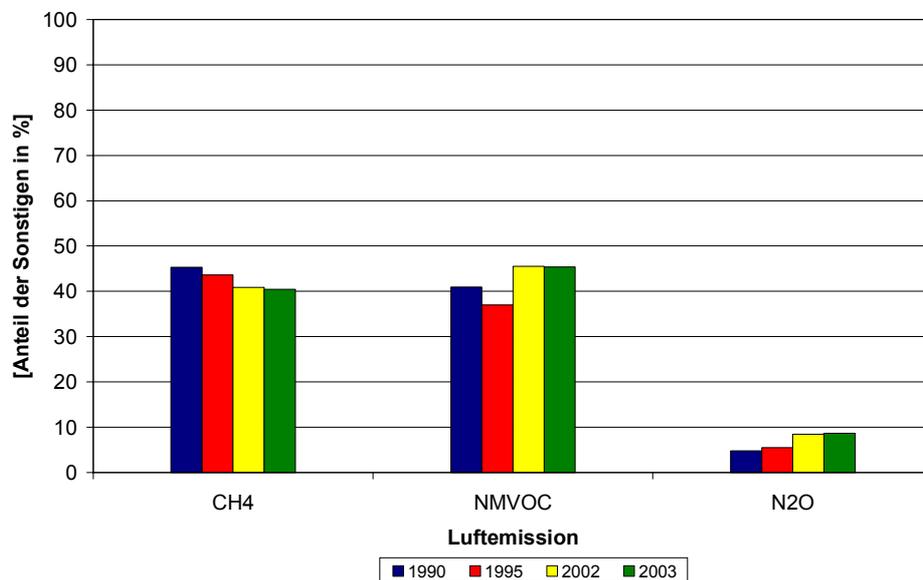


Abbildung 82: Anteil des Sektors Sonstige an den Gesamtemissionen

Hauptschadstoffe

Die Methanemissionen dieses Sektors entstehen in der Abfallbehandlung (ohne Müllverbrennung, vgl. Kapitel 1.4 Verursachereinteilung). 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 45,3 % im Jahr 1990 auf 40 % 2003 ab.

Die NMVOC-Emissionen dieses Sektors entstehen beim Gebrauch von Lösemittel. Ihr Anteil an den gesamten österreichischen NMVOC-Emissionen stieg von 41 % im Jahr 1990 auf 45 % im Jahr 2003. Dieser relative Anstieg ist auf den Rückgang der NMVOC-Emissionen des Verkehrssektors zurückzuführen.

Die N₂O-Emissionen aus dem Sektor Sonstige stammen zu gleichen Teilen aus dem Lösungsmittelgebrauch und der Abwasserbehandlung. Während die N₂O-Emissionen aus dem Lösungsmittelgebrauch im betrachteten Zeitraum konstant geblieben sind, ist in der Abwasserbehandlung ein Anstieg dieser Emissionen in die Luft zu verzeichnen. Die Trendzunahme lässt sich auf die Zunahme des Anschlussgrades an Kläranlagen und auf eine verstärkte Denitrifizierung zurückführen. Im Denitrifikationsprozess wird zur Reinigung des

Abwassers das Nitrat zum Stickstoff reduziert, wobei allerdings ein geringer Teil des Stickstoffs als N_2O in die Luft emittiert.

In folgender Abbildung sind der CH_4 - sowie der NMVOC-Trend des Sektors Sonstige dargestellt:

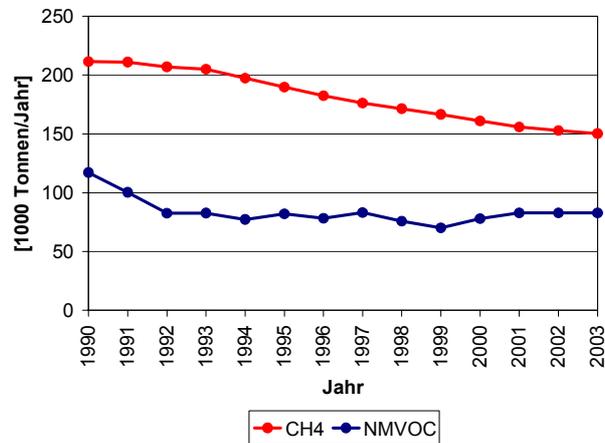


Abbildung 83: CH_4 - und NMVOC-Trend des Sektors Sonstige 1990 bis 2003

Trends und Ursachen

Die gesamten CH_4 -Emissionen aus Deponien konnten trotz ansteigender Abfallmengen auf Grund der steigenden Deponiegasfassung und dem sinkenden organischen Anteil im deponierten Müll im Zeitraum 1990 bis 2003 um insgesamt 29 % von 211.000 Tonnen auf 150.000 Tonnen reduziert werden (siehe auch Kapitel 2.4.2).

Die NMVOC-Emissionen aus dem Gebrauch von Lösemittel wurden im Zeitraum 1990 bis 2003 von 117.000 Tonnen auf 83.000 Tonnen um ebenfalls 29 % reduziert (vgl. Kapitel 3.2).

Methan

Die CH_4 -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 erheblichen Reduktion der CH_4 -Emissionen führte. [UMWELTBUNDESAMT, 2003b]

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.

NMVOC

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);



9 LITERATURVERZEICHNIS

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

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, INNOVATION UND TECHNOLOGIE (BMVIT)(2003):
Verkehr in Zahlen. Ausgabe 2002. Wien.

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

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>).

EMISSIONSHÖCHSTMENGENGESETZ-LUFT, EG-L, sowie Änderung des Ozongesetzes und
des Immissionsschutzgesetzes-Luft (BGBl. I Nr. 34/2003): Bundesgesetz, mit dem ein
Bundesgesetz über nationale Emissionshöchstmenge für bestimmte Luftschadstoffe
(Emissionshöchstmengegesetz-Luft, EG-L) erlassen sowie das Ozongesetz und das
Immissionsschutzgesetz-Luft geändert werden.

EPA (2003): Fourth External Review Draft of Air Quality Criteria for Particulate Matter (June,
2003).

GASPENDELVERORDNUNG (BGBl. Nr. 793/1992): Verordnung des Bundesministers für wirt-
schaftliche 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.

HAUSBERGER, ST (2004): Straßenverkehrsemissionen und Emissionen sonstiger mobiler
Quellen Österreichs für die Jahre 1990 bis 2003. Institut für Verbrennungskraftmaschinen und
Thermodynamik der TU Graz. Graz.

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 Bundesmi-
nisters 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.

LEBENSMINISTERIUM (2004): Grüner Bericht 2004. Bericht über die Situation der österreichi-
schen Land- und Forstwirtschaft im Jahr 2003. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien 2004

LEBENSMINISTERIUM (2005): Abschätzung der Auswirkungen des Tanktourismus auf den
Treibstoffverbrauch und die Entwicklung der CO₂-Emissionen in Österreich. Bundesministerium
für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien, 2005.

LÖSUNGSMITTELVORORDNUNG (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 (2004a): Energiebilanz. IEA-Tabellen. Statistik Austria, Wien.

STATISTIK AUSTRIA (2004b): Energieversorgung Österreichs Jahresheft 2003. Schnellbericht 10.1. Statistik Austria, Wien.

STATISTIK AUSTRIA (2004c): Statistisches Jahrbuch Österreichs 2005, (http://www.statistik.at/jahrbuch_2005/deutsch/start.shtml)

STATISTIK AUSTRIA (2005): Österreichische Verkehrsstatistik 2003. Wien.

UMWELTBUNDESAMT (2000): Emissionen aus Österreichischen Abfalldeponien in den Jahren 1980 bis 1998. IB-623. Wien, 2000.

UMWELTBUNDESAMT (2000a): In Österreich eingesetzte Verfahren zur Dioxinminderung, Band 116. Wien.

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. Winiwarer; 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): Biologisch abbaubarer Kohlenstoff im Restmüll. BE-236. Wien, 2003.

UMWELTBUNDESAMT (2004a): Erfassung von Deponiegas. Statusbericht von österreichischen Deponien. BE-238. Wien, 2004.

UMWELTBUNDESAMT (2004b): Emissionen Österreichischer Großfeuerungsanlagen 1990-2003. BE-255. Wien, November 2004.

UMWELTBUNDESAMT (2004c): Umweltsituation in Österreich – Siebenter Umweltkontrollbericht. Wien, Juli 2004.

UMWELTBUNDESAMT (2004d): Austria's Informative Inventory Report 2004. Submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. BE-257. Wien, 2004.

UMWELTBUNDESAMT (2005a): Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990-2003. BE-270. Wien, 2005.

UMWELTBUNDESAMT (2005b): Schwebestaub in Österreich - Fachgrundlagen für eine kohärente Strategie zur Verminderung der Schwebestaubbelastung. Im Druck.



UMWELTBUNDESAMT (2005c): Austria's National Inventory Report 2005. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change. BE-268. Wien, April 2005.

VDI (1999): VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3: Umweltmeteorologie - Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern. Technische Richtlinie. Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss (Hrsg.). Berlin.

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.

WINDSBERGER, 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	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Energieversorgung	13,72	14,53	11,47	11,50	11,77	12,80	13,83	13,49	13,04	12,43	12,44	13,61	13,51	16,26
Kleinverbraucher	14,39	15,30	14,71	14,57	13,31	14,46	15,74	14,17	13,95	14,78	13,10	14,88	13,66	14,70
Industrie	20,40	20,64	19,00	19,48	20,81	21,15	20,73	23,65	21,82	20,60	21,94	21,66	22,60	22,31
Verkehr	12,44	14,03	13,98	14,16	14,12	14,50	16,08	15,01	17,23	16,64	17,78	18,92	21,01	22,73
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
Sonstige	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	0,20
Gesamt (anthropogen)	61,26	64,75	59,35	59,90	60,20	63,12	66,56	66,53	66,22	64,61	65,45	69,28	70,99	76,21

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

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Energieversorgung	13,37	13,57	13,48	13,83	13,58	14,12	15,11	15,01	14,99	15,16	14,75	14,94	15,09	15,60
Kleinverbraucher	18,88	20,21	18,45	18,00	16,21	16,90	17,96	13,63	13,13	13,30	12,38	13,68	12,98	13,96
Industrie	0,75	0,78	0,75	0,77	0,82	0,79	0,81	0,86	0,86	0,81	0,82	0,79	0,84	0,82
Verkehr	2,91	2,88	2,61	2,40	2,19	1,99	1,82	1,63	1,57	1,40	1,29	1,19	1,14	1,07
Landwirtschaft	219,15	216,17	208,14	208,72	210,63	211,77	208,45	206,11	205,52	201,19	197,73	195,49	191,25	189,97
Sonstige	211,49	211,14	207,08	205,12	197,42	189,80	182,46	176,17	171,42	166,51	160,94	155,84	152,80	150,31
Gesamt (anthropogen)	466,56	464,76	450,50	448,84	440,84	435,37	426,61	413,40	407,48	398,37	387,92	381,93	374,11	371,74

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

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Energieversorgung	0,15	0,17	0,14	0,14	0,15	0,16	0,16	0,15	0,17	0,17	0,18	0,20	0,20	0,22
Kleinverbraucher	0,95	0,95	0,94	0,94	0,93	0,94	1,03	1,03	0,99	1,01	0,93	1,00	0,96	0,98
Industrie	3,46	3,53	3,23	3,37	3,22	3,32	3,36	3,37	3,47	3,56	3,62	3,09	3,16	3,38
Verkehr	0,55	0,77	0,88	0,98	1,03	1,03	1,01	0,95	0,99	0,92	0,90	0,88	0,91	0,91
Landwirtschaft	12,43	13,24	12,31	11,57	13,13	13,26	11,97	12,31	12,36	11,73	11,52	11,77	11,41	10,84
Sonstige	0,88	0,89	0,91	0,93	1,01	1,09	1,17	1,20	1,29	1,36	1,43	1,54	1,54	1,55
Gesamt (anthropogen)	18,43	19,55	18,41	17,94	19,47	19,80	18,69	19,00	19,27	18,73	18,58	18,49	18,18	17,88

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	2003
HFCs	219,2	334,6	386,6	444,2	505,2	555,3	637,2	729,6	812,5	867,0	1019,0	1122,3	1218,9	1308,2
PFCs	1079,2	1087,1	462,7	52,9	58,6	68,7	66,3	96,8	44,7	64,5	72,3	82,2	86,9	102,5
SF6	502,6	653,4	697,8	793,7	985,7	1139,2	1218,1	1120,2	908,0	684,0	633,3	636,6	640,8	593,5
F-Gase gesamt	1801,0	2075,0	1547,1	1290,9	1549,5	1763,2	1921,5	1946,6	1765,3	1615,5	1724,6	1841,1	1946,6	2004,3

 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	2003
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	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	0,0
Industrie	1801,0	2075,0	1547,1	1290,9	1549,5	1763,2	1921,5	1946,6	1765,3	1615,5	1724,6	1841,1	1946,6	2004,3
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	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	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	0,0
Gesamt (anthropogen)	1801,0	2075,0	1547,1	1290,9	1549,5	1763,2	1921,5	1946,6	1765,3	1615,5	1724,6	1841,1	1946,6	2004,3

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

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Energieversorgung	14,05	14,87	11,79	11,83	12,10	13,15	14,20	13,85	13,41	12,80	12,80	13,98	13,89	16,66
Kleinverbraucher	15,08	16,02	15,39	15,24	13,94	15,11	16,43	14,77	14,54	15,37	13,64	15,48	14,23	15,30
Industrie	23,29	23,82	21,57	21,83	23,38	23,96	23,71	26,66	24,67	23,34	24,81	24,48	25,54	25,38
Verkehr	12,67	14,33	14,30	14,51	14,49	14,86	16,43	15,34	17,57	16,95	18,09	19,22	21,32	23,03
Landwirtschaft	8,46	8,64	8,19	7,97	8,49	8,56	8,09	8,14	8,15	7,86	7,72	7,75	7,55	7,35
Sonstige	5,02	4,96	4,82	4,79	4,64	4,52	4,38	4,27	4,18	4,09	4,02	3,96	3,89	3,84
Gesamt (anthropogen)	78,57	82,65	76,06	76,18	77,05	80,16	83,24	83,05	82,51	80,40	81,08	84,87	86,43	91,57

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	2003
Energieversorgung	109,86	56,73	41,93	30,82	20,70	21,53	16,00	14,97	10,59	12,17	9,00	10,45	9,01	9,16	7,38	7,57	7,34	8,34	8,05	8,58
Kleinverbraucher	108,67	54,14	53,56	53,04	46,62	41,91	35,58	31,03	26,64	23,32	20,14	19,44	20,18	13,59	12,62	12,70	10,81	10,84	10,10	10,14
Industrie	119,04	64,24	60,07	51,23	33,88	26,99	20,45	20,34	14,75	14,07	14,01	13,08	14,32	17,05	14,67	13,50	12,60	12,71	12,51	13,11
Verkehr	8,41	4,46	4,66	3,52	3,92	4,14	4,08	4,78	5,03	5,42	5,55	5,18	2,71	2,27	2,53	2,26	2,26	2,28	2,30	2,25
Landwirtschaft	0,04	0,05	0,04	0,04	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	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	0,05
Gesamt*	346,42	180,02	160,67	139,06	105,38	94,74	76,18	71,17	57,05	55,02	48,75	48,21	46,27	42,13	37,25	36,08	33,06	34,22	33,01	34,14

*: anthropogen

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	2003
Energieversorgung	26,74	28,41	22,67	20,04	15,96	16,39	16,87	14,84	14,31	12,03	10,93	12,25	11,21	11,90	10,85	10,57	11,19	12,88	12,75	15,64
Kleinverbraucher	32,93	32,87	33,43	33,64	32,95	32,55	37,44	36,20	35,69	35,03	34,62	35,00	38,33	39,20	38,07	38,97	35,73	38,31	36,84	37,70
Industrie	65,15	53,98	49,63	47,74	48,72	47,64	47,79	48,72	45,92	42,98	43,07	39,93	38,98	42,76	40,56	38,52	37,19	36,07	36,30	35,14
Verkehr	115,24	112,36	115,59	116,96	115,87	111,54	103,45	115,87	109,04	107,50	100,53	99,36	118,05	99,92	116,30	106,01	115,31	121,34	128,91	135,76
Landwirtschaft	5,90	6,26	6,15	6,40	6,36	6,14	5,41	5,64	5,32	5,10	5,54	5,56	5,19	5,32	5,33	5,07	4,98	5,05	4,90	4,76
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	0,03
Gesamt*	246,14	234,08	227,66	224,97	219,97	214,34	210,99	221,30	210,29	202,67	194,73	192,13	211,78	199,12	211,13	199,16	204,43	213,67	219,72	229,03

*: anthropogen

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	2003
Energieversorgung	13,31	11,97	11,97	12,17	12,00	12,22	12,97	13,98	13,88	13,62	11,01	9,57	8,73	8,06	6,60	5,82	5,80	4,13	4,29	4,19
Kleinverbraucher	77,10	86,86	81,33	78,89	73,20	68,97	68,54	71,17	66,18	64,97	60,49	61,97	65,50	53,53	51,53	51,55	47,67	50,82	48,32	50,54
Industrie	20,43	17,77	17,46	16,98	17,43	17,57	15,35	17,02	18,28	19,44	19,51	19,39	19,29	19,52	19,66	19,53	19,54	19,47	19,51	19,41
Verkehr	105,43	101,46	102,19	103,02	96,82	89,44	70,16	68,90	62,13	56,67	51,40	46,64	42,92	37,64	35,64	31,27	28,34	26,22	24,95	23,65
Landwirtschaft	4,55	4,61	4,52	4,54	4,66	4,61	1,85	1,84	1,78	1,75	1,81	1,82	1,80	1,88	1,84	1,88	1,78	1,86	1,85	1,76
Sonstige	210,72	173,02	171,85	170,69	169,55	148,61	117,15	100,27	82,51	82,61	77,23	81,91	78,22	83,08	75,69	70,10	77,88	82,76	82,76	82,76
Gesamt*	431,54	395,69	389,31	386,30	373,67	341,42	286,02	273,18	244,76	239,05	221,45	221,31	216,47	203,72	190,96	180,15	181,01	185,26	181,69	182,30

*: anthropogen

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	2003
Energieversorgung	15,90	14,78	14,62	19,69	17,33	15,85	6,05	2,45	1,89	1,56	1,75	2,37	2,31	2,48	1,94	2,51	2,81	3,41	3,69	4,35
Kleinverbraucher	578,88	654,15	617,10	605,83	556,30	522,42	512,48	541,55	493,06	474,35	431,64	445,49	468,90	421,30	403,39	404,73	372,35	403,81	384,96	407,23
Industrie	355,89	391,46	381,30	326,53	333,95	350,92	283,34	255,19	300,25	311,76	325,94	251,09	270,07	274,04	256,12	231,72	215,25	188,14	181,20	192,64
Verkehr	790,74	608,35	591,79	581,90	544,13	503,54	426,59	440,81	395,34	362,66	332,85	305,56	277,98	251,96	249,71	224,82	208,48	197,53	194,72	186,94
Landwirtschaft	31,13	36,28	33,23	34,17	38,16	36,40	1,20	1,19	1,13	1,12	1,17	1,18	1,16	1,24	1,20	1,24	1,15	1,22	1,22	1,12
Sonstige	13,59	13,53	13,41	13,43	13,63	13,97	13,94	13,90	13,56	13,40	12,84	12,30	11,78	11,34	11,00	10,65	10,25	9,89	9,67	9,49
Gesamt*	1786,1	1718,5	1651,4	1581,6	1503,5	1443,1	1243,6	1255,1	1205,2	1164,8	1106,2	1018,0	1032,2	962,3	923,4	875,7	810,3	804,0	775,5	801,8

*: anthropogen

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	2003
Energieversorgung	0,26	0,17	0,19	0,19	0,17	0,18	0,20	0,21	0,21	0,24	0,24	0,23	0,26	0,25	0,28	0,25	0,23	0,25	0,26	0,30
Kleinverbraucher	0,58	0,68	0,67	0,69	0,63	0,61	0,63	0,69	0,66	0,67	0,62	0,68	0,75	0,69	0,68	0,70	0,65	0,74	0,69	0,75
Industrie	0,67	0,59	0,58	0,56	0,61	0,58	0,49	0,75	0,59	0,47	0,43	0,35	0,34	0,41	0,36	0,39	0,35	0,34	0,31	0,36
Verkehr	0,20	0,18	0,18	0,18	0,21	0,25	0,98	1,34	1,59	1,80	1,93	1,93	1,88	1,79	1,83	1,71	1,60	1,51	1,49	1,41
Landwirtschaft	49,83	52,18	51,51	51,98	50,83	50,82	54,47	55,23	53,38	53,53	54,72	55,59	53,77	54,36	54,49	52,83	51,40	51,51	50,38	50,95
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	0,65	0,67	0,71	0,70	0,70	0,70	0,72
Gesamt*	51,55	53,82	53,14	53,61	52,46	52,46	57,15	58,61	56,88	57,24	58,57	59,42	57,67	58,15	58,32	56,59	54,93	55,04	53,83	54,49

*: anthropogen

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	2003
Energieversorgung	1,07	0,85	0,45	0,25	0,18	0,14	0,16	0,18	0,19	0,18	0,14	0,17	0,18	0,18	0,15	0,15	0,18	0,24	0,24
Kleinverbraucher	0,50	0,47	0,47	0,43	0,40	0,40	0,43	0,39	0,37	0,34	0,35	0,39	0,35	0,34	0,35	0,32	0,35	0,33	0,35
Industrie	1,21	1,09	1,03	1,04	0,95	0,84	0,75	0,59	0,52	0,46	0,38	0,35	0,36	0,31	0,34	0,34	0,33	0,34	0,35
Verkehr	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08
Landwirtschaft	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Sonstige	0,14	0,12	0,11	0,08	0,06	0,06	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt*	3,14	2,76	2,28	2,02	1,83	1,51	1,45	1,23	1,15	1,05	0,95	0,98	0,97	0,90	0,93	0,90	0,93	0,99	1,03

*: anthropogen

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	2003
Energieversorgung	0,97	0,75	0,45	0,28	0,25	0,33	0,35	0,24	0,20	0,19	0,20	0,20	0,20	0,16	0,18	0,20	0,24	0,24	0,27
Kleinverbraucher	0,62	0,59	0,57	0,52	0,47	0,45	0,48	0,41	0,37	0,33	0,33	0,34	0,29	0,27	0,27	0,24	0,24	0,23	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	0,60	0,63	0,51	0,47	0,43	0,46	0,48	0,48
Verkehr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Landwirtschaft	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sonstige	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Gesamt*	3,76	3,33	2,85	2,49	2,27	2,16	2,04	1,65	1,40	1,18	1,21	1,17	1,14	0,96	0,94	0,89	0,96	0,95	0,99

*: anthropogen

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	2003
Energieversorgung	11,24	8,92	4,21	1,91	1,34	1,10	1,17	1,12	0,96	0,87	0,79	0,95	1,01	0,94	0,88	1,11	1,36	1,53	1,76
Kleinverbraucher	9,35	9,10	8,99	8,55	8,11	7,89	7,46	6,34	5,45	4,44	3,54	3,74	3,24	3,00	3,07	2,73	2,82	2,65	2,73
Industrie	76,58	65,29	60,95	57,72	50,82	41,86	36,77	26,70	22,57	19,14	11,82	10,93	10,38	9,14	8,64	8,04	7,89	8,32	8,46
Verkehr	222,96	223,69	222,53	201,27	177,24	154,90	125,55	84,65	56,34	34,55	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Landwirtschaft	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Sonstige	5,91	5,33	4,76	2,66	1,71	1,08	0,84	0,55	0,43	0,31	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Gesamt*	326,97	313,26	302,38	273,04	240,16	206,87	171,82	119,39	85,78	59,33	16,24	15,71	14,72	13,16	12,68	11,97	12,16	12,59	13,04

*: anthropogen

Tabelle 15: PAK-Emissionen in Tonnen [Mg]

Verursacher	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
Energieversorgung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Kleinverbraucher	10,99	10,30	10,10	9,30	8,78	8,73	9,45	8,60	8,36	7,44	7,87	8,44	7,54	7,04	6,91	6,25	7,03	6,53	7,10	7,10
Industrie	7,98	7,91	8,01	7,56	7,68	7,56	7,31	3,73	0,65	0,72	0,62	1,03	0,61	0,54	0,41	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35
Verkehr	0,85	0,88	0,88	0,88	0,85	0,78	0,84	0,80	0,81	0,79	0,81	0,96	0,88	1,02	0,99	1,09	1,18	1,32	1,45	1,45
Landwirtschaft	7,07	7,06	7,06	7,06	7,06	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Sonstige	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,11	0,07	0,06	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt*	27,05	26,31	26,21	24,97	24,52	17,47	18,00	13,49	10,14	9,25	9,58	10,70	9,27	8,85	8,55	7,92	8,80	8,44	9,14	9,14

*: anthropogen

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	2003
Energieversorgung	2,98	2,97	3,01	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	0,59	0,63	0,70
Kleinverbraucher	59,41	55,86	55,12	50,76	47,51	46,56	50,09	45,11	42,95	37,90	39,70	42,28	37,13	34,40	34,23	30,57	33,59	31,23	33,54
Industrie	93,86	95,17	103,47	96,79	91,41	90,82	61,78	26,42	20,73	15,11	15,93	15,08	20,24	19,23	16,77	17,86	17,51	7,21	7,00
Verkehr	4,77	4,85	4,87	4,46	3,98	3,54	3,47	2,92	2,56	2,21	1,93	1,79	1,50	1,49	1,28	1,23	1,21	1,23	1,25
Landwirtschaft	5,05	5,05	5,05	5,05	5,05	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Sonstige	21,09	22,09	16,13	16,54	16,35	19,25	18,79	0,55	0,24	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Gesamt*	187,16	186,00	187,64	174,68	165,39	161,09	135,08	76,25	66,94	55,79	58,17	59,80	59,54	55,80	52,98	50,41	53,15	40,54	42,74

*: anthropogen

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	2003
Energieversorgung	0,30	0,30	0,30	0,16	0,17	0,19	0,21	0,26	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,23	0,26	0,28	0,31	0,31	0,33
Kleinverbraucher	67,77	64,17	63,80	59,08	56,05	55,66	60,24	54,36	52,01	45,90	48,41	51,70	45,45	42,46	42,39	37,87	41,96	38,99	41,85
Industrie	27,71	28,27	31,13	30,06	28,49	27,14	17,02	6,54	4,97	3,75	3,94	3,74	5,95	5,74	3,93	4,19	4,12	4,31	4,33
Verkehr	0,96	0,97	0,98	0,89	0,80	0,71	0,70	0,59	0,51	0,44	0,39	0,36	0,30	0,30	0,26	0,25	0,24	0,25	0,25
Landwirtschaft	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Sonstige	8,82	9,23	9,22	8,92	9,86	9,45	6,67	7,60	6,52	1,27	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Gesamt*	106,56	103,94	106,44	100,13	96,38	93,17	84,86	69,38	64,24	51,60	53,01	56,08	51,99	48,78	46,89	42,64	46,68	43,91	46,82

*: anthropogen

Tabelle 18: TSP-Emissionen in Gg

Verursacher	1990	1995	1999	2000	2001	2002	2003
Energieversorgung	1,32	1,00	1,07	1,17	1,47	1,51	1,83
Kleinverbraucher	13,82	12,38	11,88	10,88	11,70	11,21	11,69
Industrie	28,79	30,18	33,40	32,10	31,71	31,95	32,05
Verkehr	11,49	13,29	13,98	14,17	14,30	14,74	15,17
Landwirtschaft	17,07	16,78	16,76	15,87	15,88	15,85	15,87
Sonstige	0,17	0,18	0,08	0,10	0,09	0,12	0,07
Gesamt*	72,66	73,80	77,15	74,30	75,14	75,38	76,68

*: anthropogen

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

Verursacher	1990	1995	1999	2000	2001	2002	2003
Energieversorgung	0,83	0,63	0,70	0,76	0,96	1,00	1,21
Kleinverbraucher	11,55	10,38	10,03	9,20	9,87	9,47	9,84
Industrie	9,11	8,65	8,99	8,52	8,34	8,40	8,44
Verkehr	4,34	5,31	5,27	5,43	5,55	5,81	6,05
Landwirtschaft	0,91	0,87	0,87	0,80	0,81	0,81	0,81
Sonstige	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
Gesamt*	26,77	25,87	25,87	24,73	25,54	25,51	26,35

*: anthropogen

Tabelle 19: PM₁₀-Emissionen in Gg

Verursacher	1990	1995	1999	2000	2001	2002	2003
Energieversorgung	1,09	0,82	0,90	0,97	1,23	1,27	1,54
Kleinverbraucher	12,68	11,37	10,95	10,04	10,78	10,34	10,76
Industrie	17,73	17,61	19,05	18,26	17,99	18,15	18,22
Verkehr	6,17	7,36	7,50	7,67	7,79	8,10	8,39
Landwirtschaft	7,69	7,56	7,55	7,14	7,15	7,14	7,15
Sonstige	0,08	0,09	0,04	0,05	0,04	0,06	0,03
Gesamt*	45,43	44,80	45,98	44,13	44,98	45,06	46,09

*: anthropogen

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

Verursacher	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Energieversorgung	0,88	0,80	0,65	0,66	0,53	0,61	0,54	0,56	0,48	0,48	0,49	0,55	0,54	0,63
Kleinverbraucher	1,96	1,80	1,65	1,53	1,42	1,41	1,51	1,32	1,26	1,28	1,15	1,21	1,16	1,18
Industrie	1,71	1,74	1,49	1,40	1,40	1,30	1,31	1,49	1,36	1,28	1,22	1,20	1,20	1,19
Verkehr	2,43	2,74	2,62	2,61	2,47	2,43	2,76	2,34	2,71	2,47	2,67	2,79	2,96	3,10
Landwirtschaft	3,32	3,37	3,25	3,26	3,34	3,39	3,27	3,31	3,32	3,22	3,13	3,14	3,07	3,10
Sonstige	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Gesamt (anthropogen)	10,32	10,48	9,69	9,49	9,20	9,17	9,43	9,06	9,18	8,78	8,70	8,94	8,97	9,24

