

**Georg König  
Klaus Radunsky  
Manfred Ritter**

## **Reports**

**R-139**

**ÖSTERREICHISCHE LUFTSCHADSTOFF-  
INVENTUR 1994**

Wien, März 1997

Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie



**Autoren**

Georg König, Klaus Radunsky, Manfred Ritter

**Projektmitarbeiter**

Gilbert Ahamer, Kurt Burtscher, Stephan Poupa

**Graphik**

Michael Gager

**Übersetzung**

Karin Weber

**Impressum**

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

Druck: Druckerei Radinger, 3270 Scheibbs

© Umweltbundesamt, Wien, 1997  
Alle Rechte vorbehalten (all rights reserved)  
ISBN 3-85457-364-2

## **VORWORT**

Dieser Bericht stellt die Ergebnisse der österreichischen Luftschadstoff-Inventur des Umweltbundesamtes für das Jahr 1994 vor. Diese Inventur umfaßt acht "klassische" Luftschadstoffe (Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe, Methan, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Distickstoffmonoxid und Ammoniak), neun Schwermetalle (Arsen, Cadmium, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Nickel, Blei, Selen und Zink) und zwei Klassen von persistenten organischen Verbindungen (Dioxine und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe).

Im ersten Teil dieses Berichtes wird auf die zugrundeliegende Systematik dieser Erhebung eingegangen. Teil zwei präsentiert eine Verursacheanalyse sowohl für die einzelnen Luftschadstoffe als auch zusammengefaßt für ausgewählte emissionsrelevante Umweltthemen wie Treibhauseffekt, Versauerung und bodennahes Ozon. Danach wird noch die Methode der Emissionserhebung kurz erläutert.



## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>I</b>
<b>1 BERECHNUNGSMETHODE.....</b>	<b>1</b>
<b>2 EMISSIONEN AN KLASSISCHEN LUFTSCHADSTOFFEN .....</b>	<b>4</b>
2.1 Schwefeldioxid .....	6
2.2 Stickstoffoxide .....	8
2.3 NMVOC.....	10
2.4 Methan .....	12
2.5 Kohlenmonoxid .....	13
2.6 Kohlendioxid .....	15
2.7 Distickstoffmonoxid.....	17
2.8 Ammoniak.....	18
<b>3 AUSGEWÄHLTE EMISSIONSRELEVANTE UMWELTTHEMEN .....</b>	<b>19</b>
3.1 BEDEUTUNG EINZELNER TREIBHAUSGASE FÜR DEN TREIBHAUSEFFEKT.....	19
3.2 Versauerung .....	22
3.3 Bodennahes Ozon.....	25
3.4 Toxische organische Luftschadstoffe und Schwermetalle.....	27
3.4.1 POPs.....	27
3.4.2 Schwermetalle.....	31
<b>4 METHODE DER EMISSIONSERHEBUNG.....</b>	<b>37</b>



## ZUSAMMENFASSUNG

Das Umweltbundesamt hat für das Stichjahr 1994 die Emissionen folgender "klassischer" Luftschadstoffe erhoben:

	Emissionen in 1000 Tonnen
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	54,9
Stickstoffoxide (NO <sub>x</sub> )	171,1
Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe (NMVOC)	456,6
Methan (CH <sub>4</sub> )	632,0
Kohlenmonoxid (CO)	1180,5
Distickstoffmonoxid (Lachgas; N <sub>2</sub> O)	13,5
Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	86,8
Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> )	59,6 Millionen Tonnen

Weiters wurden erstmals für Österreich auch die Emissionen an neun Schwermetallen

	Emissionen in Tonnen
Arsen (As)	3,3
Cadmium (Cd)	2,7
Chrom (Cr)	6,6
Kupfer (Cu)	9,2
Quecksilber (Hg)	2,2
Nickel (Ni)	35,5
Blei (Pb)	24,3
Selen (Se)	4,7
Zink (Zn)	208,4

und die Emissionen an den persistenten organischen Verbindungen (POPs)

	Emissionen
Dioxine	28,7 g (I-TEQ)
polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)	457,6 Tonnen

berechnet.

Diese Ergebnisse werden in Hinsicht auf ihre Bedeutung für die emissionsrelevanten Umweltthemen

- Treibhauseffekt
  - Versauerung
  - Bodennahes Ozon
  - Toxische organische Luftschadstoffe und Schwermetalle
- dargestellt.

Die Ergebnisse der österreichische Luftschadstoff-Inventur 1994 lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Emissionen an Treibhausgasen werden vom Straßenverkehr, industriellen Prozeßemissionen und Kleinverbrauchern dominiert.
- Die Emissionen in Österreich an Versauerung verursachenden Schadstoffen stammen größtenteils aus dem Straßenverkehr sowie aus der Land- und Forstwirtschaft.
- Der überwiegende Anteil der Emissionen an PAHs wird durch Holzfeuerungen im Sektor der Kleinverbraucher verursacht.
- Die Dioxinmissionen sind größtenteils durch die Sektoren Kleinverbraucher und industrielle Prozesse bedingt.

Bei fünf Schwermetallen ist die Gruppe der Kleinverbraucher für den Großteil der Emissionen verantwortlich.



**SUMMARY**

For 1994 emissions of the following "classic" air pollutants were registered by the Federal Environment Agency - Austria:

	emission in 1000 tonnes	
Sulphur dioxide (SO <sub>2</sub> )	54,9	
Nitrogen oxides (NO <sub>x</sub> )	171,1	
Non-methane volatile organic compounds (NMVOC)	456,6	
Methane (CH <sub>4</sub> )	632,0	
Carbon monoxide (CO)	1180,5	
Nitrous oxide (N <sub>2</sub> O)	13,5	
Ammonia (NH <sub>3</sub> )	86,8	
Carbon dioxide (CO <sub>2</sub> )	59,6	million tonnes

Moreover for the first time in Austria emissions of nine heavy metals

	emission in tonnes
Arsenic (As)	3,3
Cadmium (Cd)	2,7
Chromium (Cr)	6,6
Copper (Cu)	9,2
Mercury (Hg)	2,2
Nickel (Ni)	35,5
Lead (Pb)	24,3
Selenium (Se)	4,7
Zinc (Zn)	208,4

and emissions of persistent organic pollutants (POPs)

	emission	
Dioxins	28,7	g (I-TEQ)
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)	457,6	tonnes

were calculated.

These results were analysed with respect to selected environmental topics

- climate change/greenhouse gases
- acidification
- tropospheric ozone
- toxic organic air pollutants and heavy metals

The results of the Austrian 1994 air pollution-inventory can be summarised as follows:

- Emissions of greenhouse gases are dominated by road transport, production processes and non-industrial combustion plants.
- In Austria emissions of acidifying substances are mainly produced by road transport and by agriculture and forestry.
- The major part of PAH emissions is caused by combustion of fuelwood within the sector non-industrial combustion plants.
- Emissions of dioxin are mainly produced by the sectors non-industrial combustion plants and production processes.
- With regard to five heavy metals the sector non-industrial combustion plants is the main emitter.

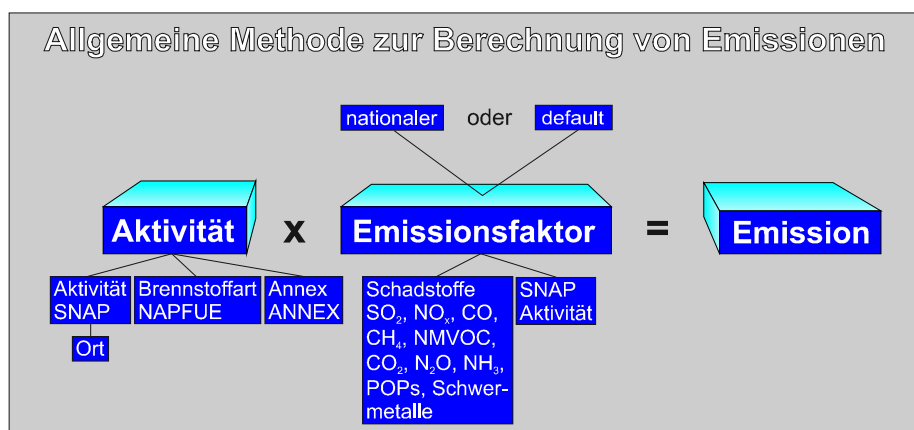
# 1 BERECHNUNGSMETHODE

Die Emissionsberechnungen wurden gemäß der Systematik von CORINAIR durchgeführt. CORINAIR ist eine europäische Emissionsinventur von Luftschadstoffen, die vom europäischen Ministerrat als Teil des CORINE (Coordination d'Information Environnementale) Arbeitsprogrammes bereits 1985 initiiert wurde. CORINAIR wurde mittlerweile in das Arbeitsprogramm der europäischen Umweltagentur übernommen und die Arbeiten werden vom *European Topic Center on Air Emissions* koordiniert.

Das Ziel von CORINAIR ist die Erstellung einer vollständigen, konsistenten und nachvollziehbaren Emissionsinventur für Europa.

## CORINAIR 94

Die CORINAIR Inventur beruht auf der Verwendung nationaler statistischer Daten wie z.B. Brennstoffenergie- und Produktionsstatistiken. Weiters gehen in die Emissionsberechnungen Emissionsfaktoren ein, die spezifisch für die einzelnen Verursacher ermittelt werden. In einer Datenbank werden sowohl Emissionsfaktoren und Aktivitäten (z.B. Brennstoffverbrauch, Produktionsmengen..) als auch die daraus berechneten Emissionen gespeichert. Örtlich stark konzentrierte Emittenten wurden für die CORINAIR Inventur als Einzelquellen erfaßt. Diese sogenannten Punktquellen umfassen z.B. große kalorische Kraftwerke oder Müllverbrennungsanlagen. Durch die Einhaltung der CORINAIR-Systematik wird eine hohe Transparenz und eine größere, genau definierte Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse sowie einen europaweite einheitliche Erfassung sichergestellt.



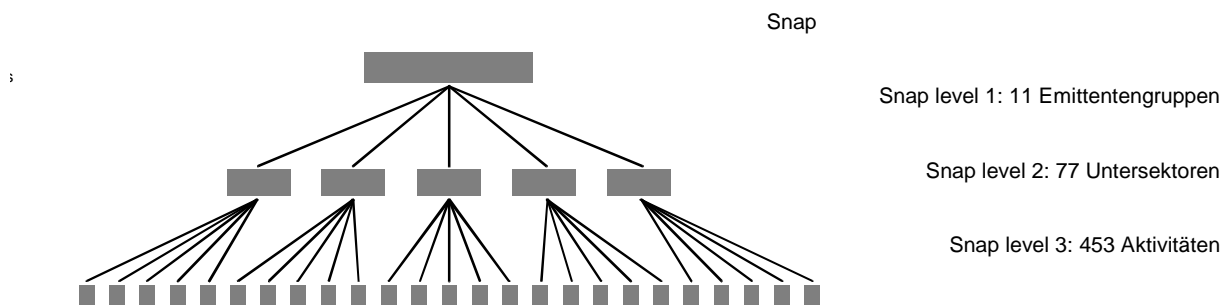
## Einteilung der Verursacher in CORINAIR

CORINAIR unterscheidet Verursacher von Luftschadstoffemissionen entsprechend einer standardisierten Liste von Emittenten (SNAP<sup>1</sup>). Diese etwa 400 unterschiedlichen Verursacher werden in 11 Emittentengruppen (SNAP level 1) zusammengefaßt:

1. Wärme- und Heizkraftwerke
2. Kleinverbraucher (Haushalte, Gewerbe und Verwaltung)
3. Industrie - pyrogene Emissionen
4. Industrie - Prozeßemissionen
5. Brennstoffförderung und Verteilungskette
6. Lösemittlemissionen
7. Straßenverkehr
8. sonstiger Verkehr (Schifffahrt, Flugverkehr..)
9. Abfallbehandlung und Deponien
10. Land- und Forstwirtschaft
11. Natur

Diese 11 Emittentengruppen werden in 77 Untersektoren unterteilt (SNAP level 2).

Auf der untersten Ebene (SNAP level 3) werden 453 Aktivitäten der Verursacher von Schadstoffemissionen in die Atmosphäre unterschieden.



Im allgemeinen präsentiert dieser Bericht die Schadstoffemissionen auf SNAP level 1. In einigen Fällen werden auch detailliertere Ergebnisse vorgestellt, um genauere Aussagen über die einzelnen Verursacher zu ermöglichen.

<sup>1</sup> SNAP: selected nomenclature of air pollution

## Schadstoffe

<b>SO<sub>2</sub></b>	SO <sub>2</sub> und SO <sub>3</sub> angegeben als SO <sub>2</sub>
<b>NO<sub>x</sub></b>	Stickstoffoxide (NO+NO <sub>2</sub> ) angegeben als NO <sub>2</sub>
<b>NMVOC<sup>2</sup></b>	flüchtige organische Verbindungen ohne Methan und ohne Substanzen, die im Montreal Protokoll geregelt werden
<b>CH<sub>4</sub></b>	Methan
<b>CO</b>	Kohlenmonoxid
<b>CO<sub>2</sub></b>	Kohlendioxid
<b>N<sub>2</sub>O</b>	Distickstoffmonoxid
<b>NH<sub>3</sub></b>	Ammoniak
<b>POP<sup>3</sup></b>	langlebige organische Verbindungen
<b>PAH</b>	polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, angegeben als Summe der Einzelsubstanzen
<b>DIOXIN</b>	polychlorierte Dibenzodioxine und -furane, angegeben als 2,3,7,8-TCDD-Äquivalente (I-TEQ)
<b>SCHWERMETALLE</b>	Arsen, Cadmium, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Nickel, Blei, Selen und Zink

## Geographische Einteilung in CORINAIR

Das CORINAIR System benutzt die geographische Unterteilung nach NUTS<sup>4</sup> levels gemäß der Definition des EUROSTAT. Dieser Bericht stellt Emissionsdaten auf dem NUTS level 0, das heißt für Gesamtösterreich, vor.

## Punktquellen in Österreich

In der österreichischen Luftschadstoff-Inventur 1994 werden Punktquellen explizit berücksichtigt. Es handelt sich hierbei hauptsächlich um Dampfkesselanlagen, deren Emissionsdaten und Brennstoffverbrauchszahlen aus der Dampfkesselatenbank des UBA entnommen wurden.

<sup>2</sup> non-Methane volatile organic compounds

<sup>3</sup> POPs: persistent organic pollutants

<sup>4</sup> NUTS: Nomenclature of territorial units for statistics

## 2 EMISSIONEN AN KLASSISCHEN LUFTSCHADSTOFFEN

Dieses Kapitel präsentiert die Emissionen an gasförmigen Luftschadstoffen. Es werden die Hauptemittenten jedes Schadstoffes kurz beschrieben.

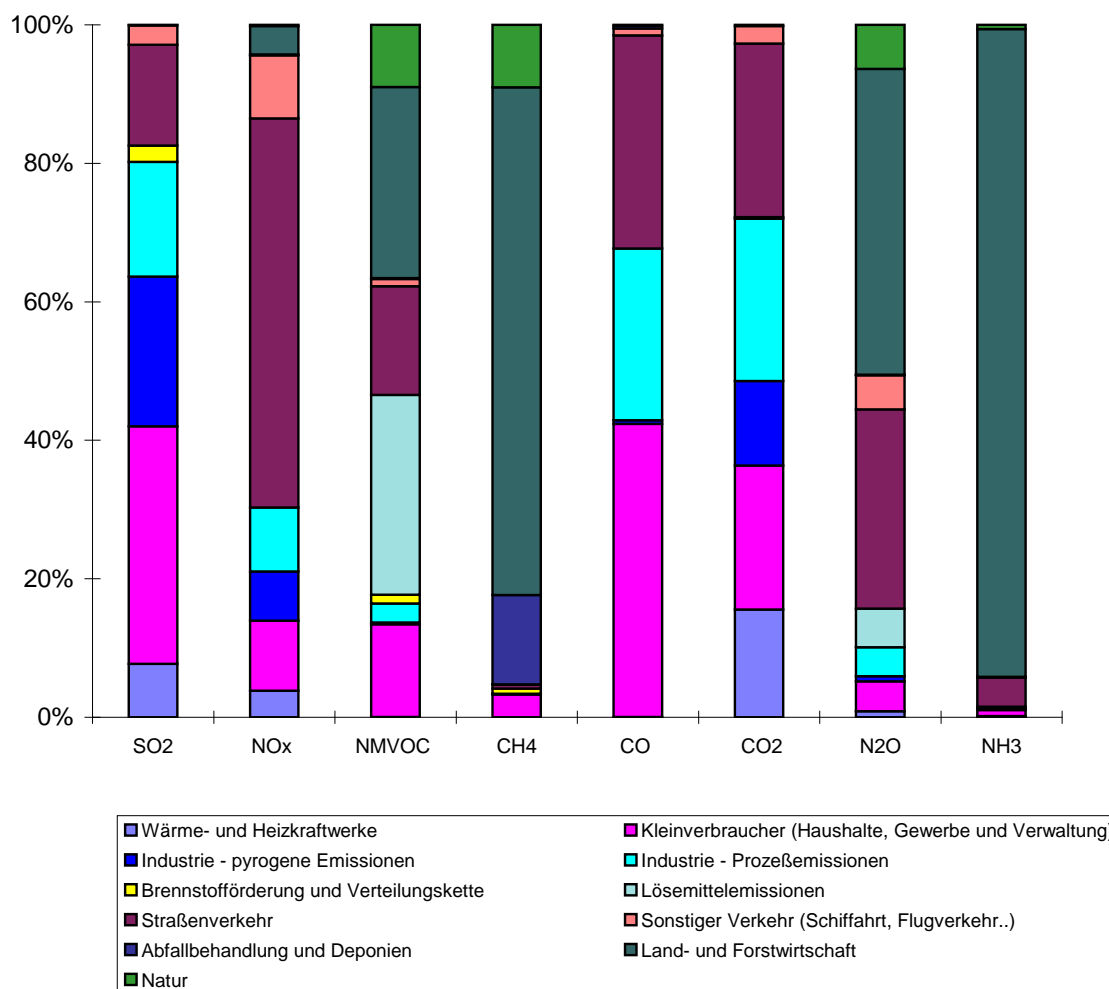
Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die "klassischen Luftschadstoffe" (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC, CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>), deren Emissionen schon CORINAIR 90 berichtet worden sind, und die Emissionen der einzelnen Sektoren.

Emittentengruppen Emissionen in 1000 Tonnen	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NMVOC	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>
	(Mill Tonnen)							
<b>Wärme- und Heizkraftwerke</b>	4,2	6,6	0,2	0,1	0,7	9,3	0,1	0,1
<b>Kleinverbraucher (Haushalte, Gewerbe und Verwaltung)</b>	18,8	17,3	61,2	20,8	499,3	12,4	0,6	0,8
<b>Industrie - pyrogene Emissionen</b>	11,9	12,1	1,1	0,5	6,5	7,3	0,1	0,2
<b>Industrie - Prozeßemissionen</b>	9,1	15,8	12,7	0,1	292,9	14,0	0,6	0,2
<b>Brennstoffförderung und Verteilungskette</b>	1,3	0,0	5,7	4,8	0,0	0,1	0,0	0,0
<b>Lösemittlemissionen</b>	0,0	0,0	131,8	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0
<b>Straßenverkehr</b>	8,0	96,1	71,5	3,6	363,0	14,9	3,9	3,6
<b>Sonstiger Verkehr</b>	1,5	15,6	4,8	0,2	12,2	1,5	0,7	0,0
<b>Abfallbehandlung und Deponien</b>	0,1	0,2	0,7	81,5	4,5	0,1	0,2	0,1
<b>Land- und Forstwirtschaft, LUWC<sup>5</sup></b>	0,0	7,0	125,9	463,4	1,5	(-15,5)*	6,0	81,2
<b>Natur</b>	0,0	0,3	41,0	57,1	0,0	0,0	0,9	0,5
<b>Summe</b>	<b>54,9</b>	<b>171,1</b>	<b>456,6</b>	<b>632,0</b>	<b>1180,5</b>	<b>59,6</b>	<b>13,5</b>	<b>86,8</b>
Emissionen in 1000 Tonnen (CO <sub>2</sub> in Mill Tonnen)								

\*... LUWC geht in die nationale Emissionsbilanz nicht ein

<sup>5</sup> LUWC: Land Use and Wood stock Change, Änderung in der Landnutzung bzw. Waldbestandsänderung

**Relativer Anteil der Emittentengruppen an Emissionen der "klassischen Luftschadstoffe" in Österreich 1994**



## 2.1 Schwefeldioxid

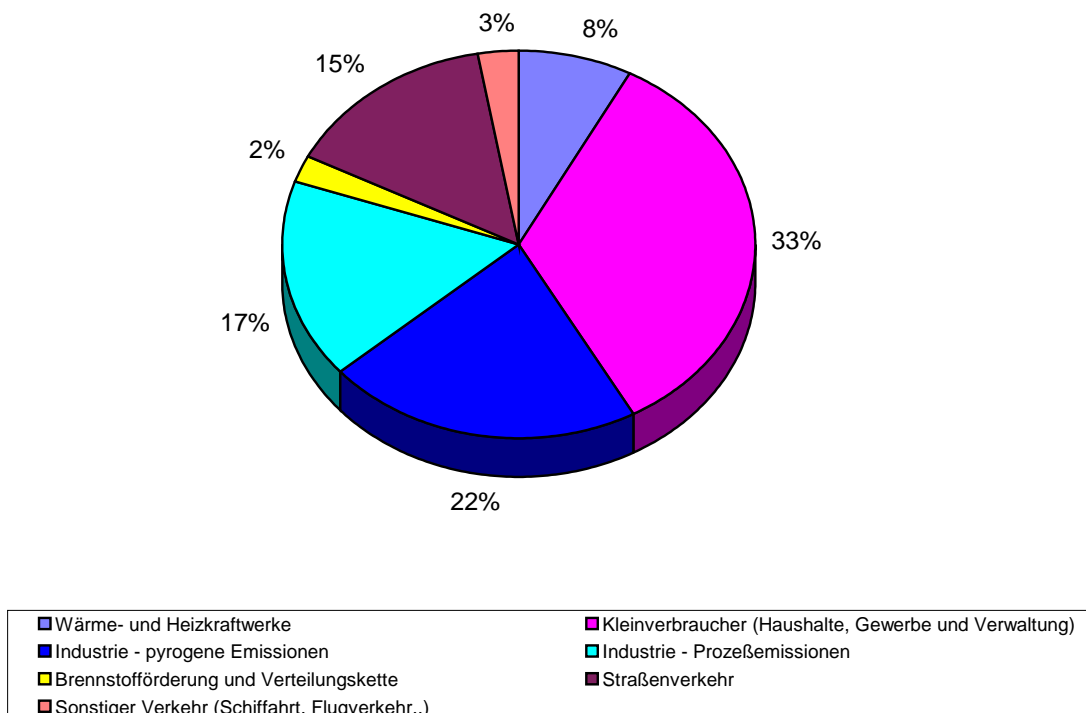
Der größte SO<sub>2</sub>-Emittent in Österreich sind die Kleinverbraucher mit 18800 Tonnen (33% der Gesamtemissionen im Jahr 1994). In dieser Emittentengruppe sind einerseits die Feuerungsanlagen im Gewerbe und öffentlichen Dienst und andererseits der Hausbrand zusammengefaßt. Der Hausbrand verursacht  $\frac{2}{3}$  der SO<sub>2</sub>-Emissionen des Sektors der Kleinverbraucher.

Verbrennungsprozesse in der Industrie stellen mit 22% der Gesamtemissionen (11900 Tonnen) die nächst wichtige Emittentengruppe dar. Produktionsprozesse in der Industrie haben an den Gesamtemissionen einen Anteil von 17%.

Kraftfahrzeuge emittieren etwa 8000 Tonnen SO<sub>2</sub>, wobei fast die Hälfte des Schadstoffausstoßes auf LKW zurückzuführen ist. PKW verursachen 3100 Tonnen an SO<sub>2</sub>-Emissionen. Der Anteil der dieseltreibenden PKW an diesem SO<sub>2</sub>-Ausstoß beträgt 64%. Die Gruppe der leichten LKW emittiert 900 Tonnen SO<sub>2</sub>, wiederum in erster Linie durch Dieselfahrzeuge.

### Relativer Anteil der Emittentengruppen an den SO<sub>2</sub>-Emissionen in Österreich 1994

SO<sub>2</sub>-Gesamtemission: 54900 Tonnen

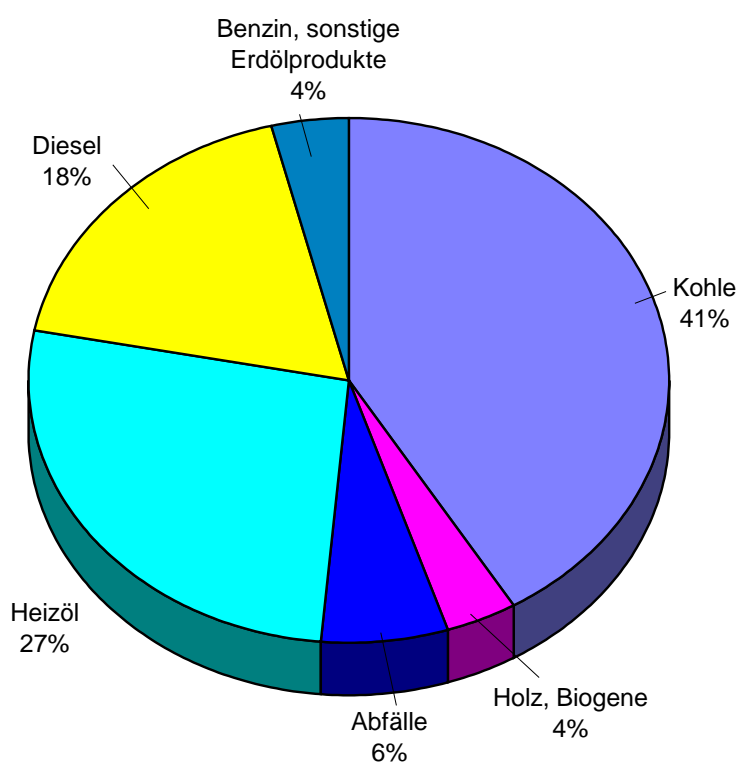




Von den 54900 Tonnen SO<sub>2</sub>-Gesamtemissionen werden 81% (44600 Tonnen) durch den Einsatz von Brennstoffen verursacht. Die folgende Graphik zeigt die relativen Anteile der einzelnen Brennstoffgruppen an dieser SO<sub>2</sub>-Emission.

**Relative Anteile der einzelnen Brennstoffe an den brennstoffbedingten SO<sub>2</sub>-Emissionen in Österreich 1994**

**SO<sub>2</sub>-Gesamtemission aus Brennstoffen: 44600 Tonnen**



## 2.2 Stickstoffoxide

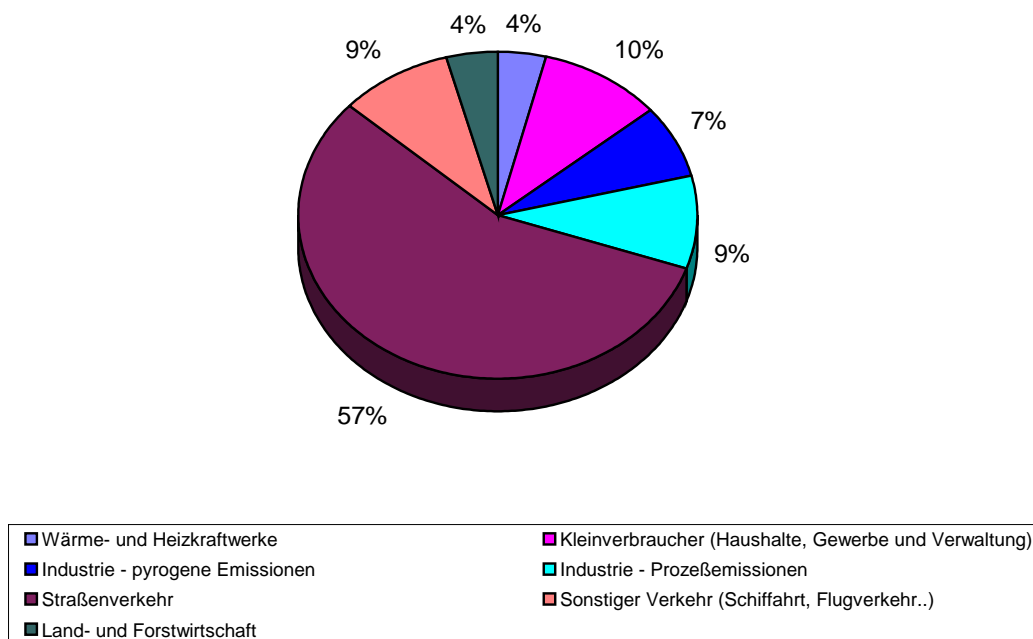
Die Stickstoffoxidemissionen in Österreich werden eindeutig vom Straßenverkehr dominiert. Aus dieser Emittentengruppe stammen 96150 Tonnen  $\text{NO}_x$ , das sind 57% der Gesamtemissionen. Die LKW verursachen 53% der  $\text{NO}_x$ -Emissionen des Straßenverkehrs. Obwohl der Großteil der PKW bereits mit einem Katalysator ausgerüstet ist, betragen die Emissionen der PKW mit Katalysator 10400 Tonnen (11%), jene der PKW ohne Katalysator hingegen 20290 Tonnen Stickstoffoxide (21% der Straßenverkehrsemissionen). Leichte LKWs emittieren 7770 Tonnen Stickstoffoxide (etwa 8% der Straßenverkehrsemissionen). Durch die Emittentengruppe "sonstiger Verkehr" werden  $\text{NO}_x$ -Emissionen von 15600 Tonnen (9% der Gesamtemissionen) verursacht. In der Emittentengruppe "sonstiger Verkehr" werden Flugverkehr, Schifffahrt, landwirtschaftliche Maschinen u.a. berücksichtigt.

Der Anteil des Sektors der Kleinverbraucher liegt bei etwa 10% der Gesamtemissionen. Auch bei diesem Schadstoff ist dieser Sektor von den Emissionen des Hausbrandes, der 74% der 17300 Tonnen  $\text{NO}_x$  verursacht, geprägt.

Durch industrielle Prozesse werden 15850 Tonnen  $\text{NO}_x$  (9% der Gesamtemissionen in Österreich) emittiert. Pyrogene Prozesse in der Industrie verursachen 12100 Tonnen an Stickstoffoxidemissionen.

**Relativer Anteil der Emittentengruppen an den NO<sub>x</sub>-Emissionen  
in Österreich 1994**

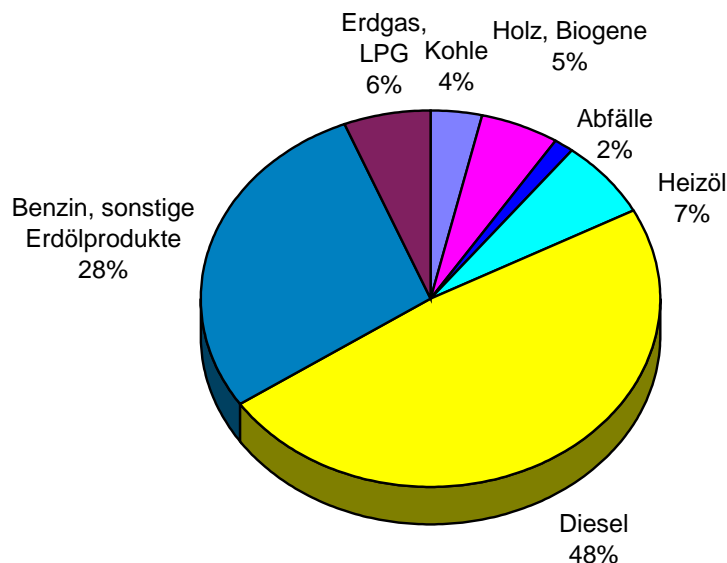
**NO<sub>x</sub>-Gesamtemission: 171100 Tonnen**



Von den 171100 Tonnen NO<sub>x</sub>-Gesamtemissionen werden 90% (153600 Tonnen) durch den Einsatz von Brennstoffen verursacht. Die folgende Graphik zeigt die relativen Anteile der einzelnen Brennstoffgruppen an dieser NO<sub>x</sub>-Emission.

### Relative Anteile der einzelnen Brennstoffe an den brennstoffbedingten NO<sub>x</sub>-Emissionen in Österreich 1994

NO<sub>x</sub>-Gesamtemission aus Brennstoffen: 153600 Tonnen



## 2.3 NMVOC

Bei den Emissionen der Nicht-Methankohlenwasserstoffe (flüchtige organische Verbindungen ohne Methan) ist die Emittentengruppe Lösemittelmmissionen der größte Verursacher in Österreich. Im Jahr 1994 wurden 132000 Tonnen an Lösemittel (28% der NMVOC Gesamtemissionen) in die Atmosphäre abgegeben. Produktionsstatistiken erlauben Details Aussagen zur Zusammensetzung der Lösemittelmmissionen: Die wichtigsten emittierten Stoffklassen sind Textilhilfsmittel, Pflanzenschutzmittel sowie aromatische Kohlenwasserstoffe und Verdünnungen aller Art.

Im Sektor der Land- und Forstwirtschaft wurden 126000 Tonnen an NMVOC emittiert. Hier stammen die NMVOC-Emissionen in erster Linie aus bewirtschafteten Waldgebieten<sup>6</sup>. Die Emissionsfaktoren für die unterschiedlich genutzten Flächen im Bereich der Land- und

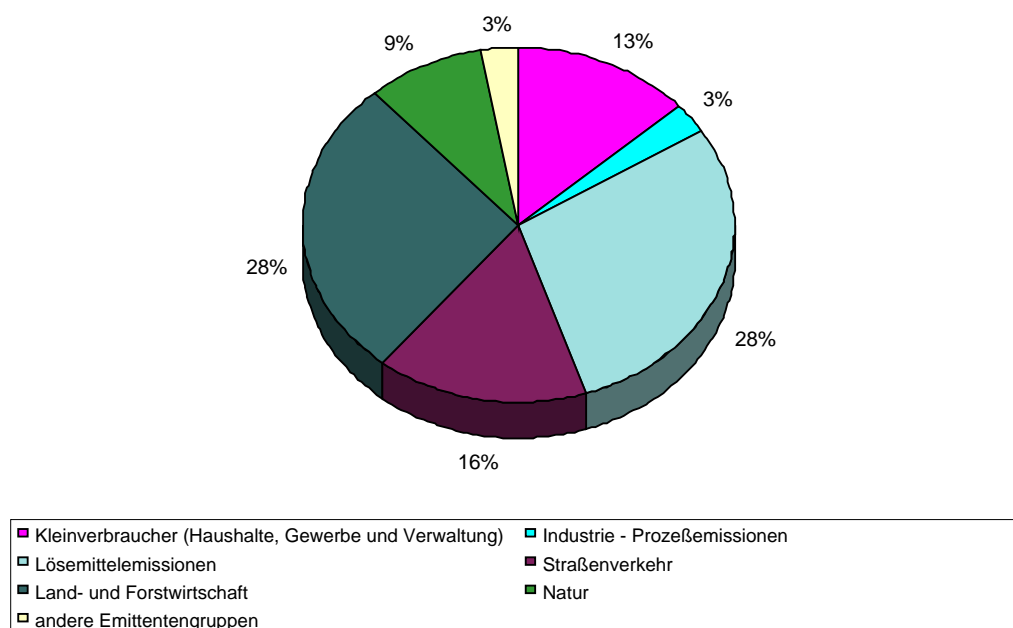
<sup>6</sup> Der Anteil der Emittentengruppen Natur bzw. Land-/Forstwirtschaft an der gesamten Waldflächen wurde analog der von der Landwirtschaftskammer getroffenen Einteilung festgesetzt.

Forstwirtschaft und auch im Sektor Natur konnten nur grob abgeschätzt werden. Daher ist die Unsicherheit der Berechnungen sehr viel höher als bei anderen Sektoren.

Weitere 71500 Tonnen an NMVOC (16% der Gesamtemissionen) werden durch den Straßenverkehr emittiert. Hier ist in erster Linie Treibstoffverdunstung aus KFZ mit einer Emission von 27500 Tonnen NMVOC zu nennen. Bei den NMVOC Emissionen aus unvollständiger Verbrennung des Kraftstoffes haben vor allem die PKW einen hohen Anteil. Wie auch bei NO<sub>x</sub> sind die NMVOC-Emissionen der PKW mit Katalysator (9980 Tonnen) deutlich geringer als jene der PKW ohne Katalysator (18840 Tonnen). Einen nicht unbedeutenden Anteil (10%) an den Straßenverkehrsemissionen haben die schweren LKW mit 7300 Tonnen.

**Relativer Anteil der Emittentengruppen an den NMVOC-Emissionen in Österreich 1994**

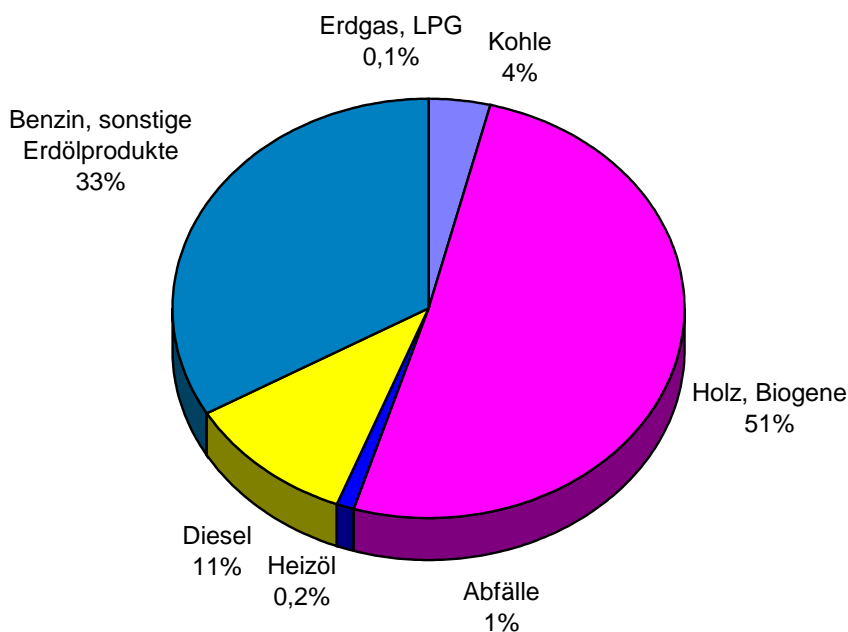
**NMVOC-Gesamtemission: 456600 Tonnen**



Von den 456600 Tonnen NMVOC-Gesamtemissionen werden 25% (111900 Tonnen) durch den Einsatz von Brennstoffen verursacht. Die folgende Graphik zeigt die relativen Anteile der einzelnen Brennstoffgruppen an dieser NMVOC-Emission, wobei Verdunstung von Benzin (27500) Tonnen nicht berücksichtigt ist.

### Relative Anteile der einzelnen Brennstoffe an den brennstoffbedingten NMVOC-Emissionen in Österreich 1994

NMVOC-Gesamtemission aus Brennstoffen: 111900 Tonnen



## 2.4 Methan

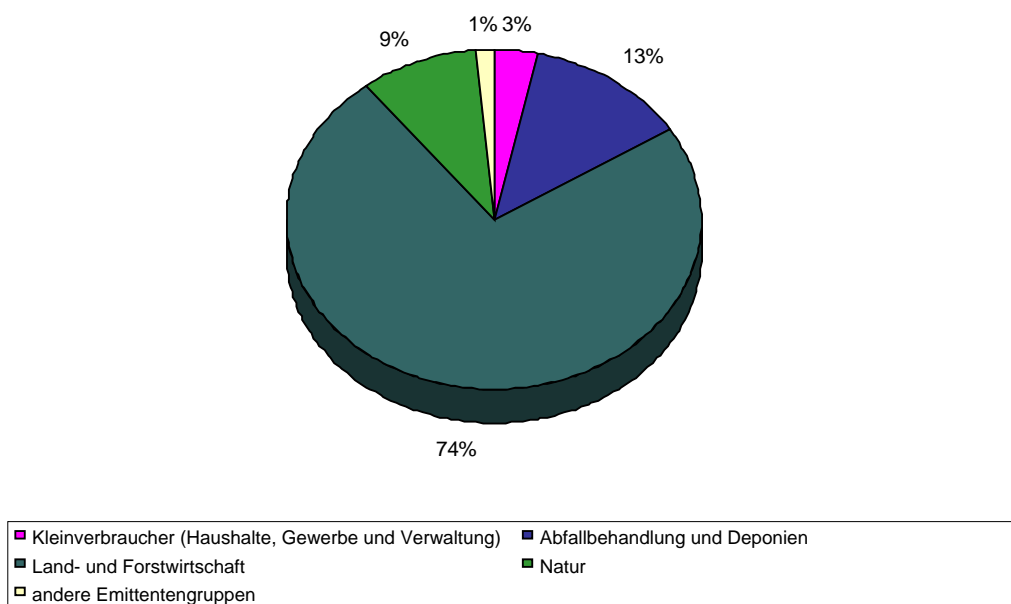
74% oder 463400 Tonnen dieses klimarelevanten Luftschadstoffes werden im Sektor Land- und Forstwirtschaft emittiert. Der Großteil der Emissionen dieses Sektors wird durch Nutztierhaltung und Güllelagerung verursacht. Ein weiterer, nicht unbedeutender Teil der Methan-Emissionen in diesem Sektor stammt aus bewirtschafteten Waldgebieten. Wobei auch bei diesem Schadstoff die Emissionen aus Wald- und Ackerböden mit einer größeren Unsicherheit behaftet sind als die übrigen Emissionsangaben.

Etwa 13% der Methan-Emissionen (81500 Tonnen) stammen aus der Abfallbehandlung. In diesem Sektor sind vor allem die Emissionen aus Deponien und aus der Klärschlammausbringung von großer Bedeutung.

Pyrogene Quellen sind nur von geringer Bedeutung für die Gesamtemissionen an Methan. Aus Verbrennungsprozessen (Emittentengruppen 1 bis 3) werden 21300 Tonnen Methan freigesetzt, wobei der Hausbrand davon fast 95% verursacht.

**Relativer Anteil der Emittentengruppen an den Methan-Emissionen  
in Österreich 1994**

**Methan-Gesamtemission: 632200 Tonnen**



**2.5 Kohlenmonoxid**

Bei den Kohlenmonoxidemissionen sind nur drei Sektoren, die zusammen 98% der Gesamtemissionen von 1180500 Tonnen verursachen, von Bedeutung.

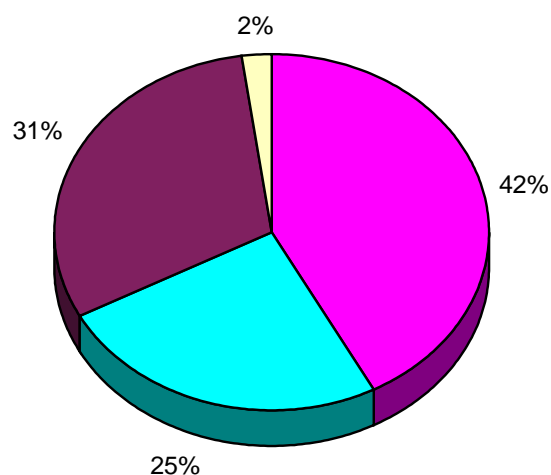
Der Sektor der Kleinverbraucher emittiert 499300 Tonnen Kohlenmonoxid (42% der Gesamtemissionen). Innerhalb diese Sektors ist wiederum der Hausbrand, der mit 425200 Tonnen CO etwa 36% der Gesamtemissionen in Österreich verursacht, als Hauptverursacher zu nennen.

Der Straßenverkehr emittiert 31% (363000 Tonnen) der Gesamtemissionen an Kohlenmonoxid. Der Hauptteil (86%) der Emissionen des Straßenverkehrs ist durch PKW bedingt. Katalysator-PKW emittieren 140900 Tonnen und PKW ohne Katalysator 164000 Tonnen an Kohlenmonoxid.

Der dritte Sektor sind industrielle Prozesse, die ein Viertel (292900 Tonnen) der Gesamtemissionen verursachen. Insbesondere die Eisen- und Stahlindustrie hat mit einer Emissionen von 270700 Tonnen Kohlenmonoxid einen sehr hohen Anteil an diesen Emissionen.

### Relativer Anteil der Emittentengruppen an den CO-Emissionen in Österreich 1994

CO-Gesamtemission: 1180500 Tonnen



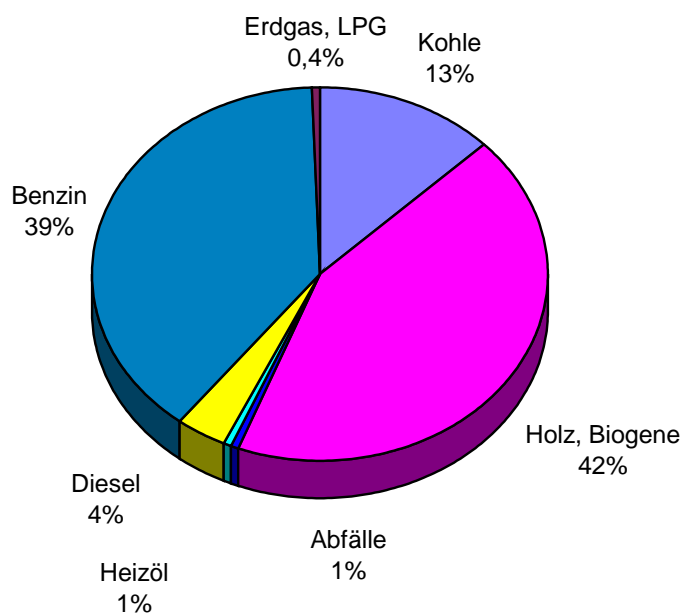
■ Kleinverbraucher (Haushalte, Gewerbe und Verwaltung) ■ Industrie - Prozeßemissionen ■ Straßenverkehr ■ andere Emittentengruppen

Von den 1180500 Tonnen CO-Gesamtemissionen werden 75% (882600 Tonnen) durch den Einsatz von Brennstoffen verursacht. Die folgende Graphik zeigt die relativen Anteile der einzelnen Brennstoffgruppen an dieser CO-Emission.



### Relative Anteile der einzelnen Brennstoffe an den brennstoffbedingten CO-Emissionen in Österreich 1994

CO-Gesamtemission aus Brennstoffen: 882600 Tonnen



## 2.6 Kohlendioxid

In Österreich wurden im Jahr 1994 59,6 Millionen Tonnen Kohlendioxid emittiert. Aus dem Bereich Industrie (Pyrogene und Prozeßemissionen) stammen 21,2 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> (35% der Gesamtemissionen).

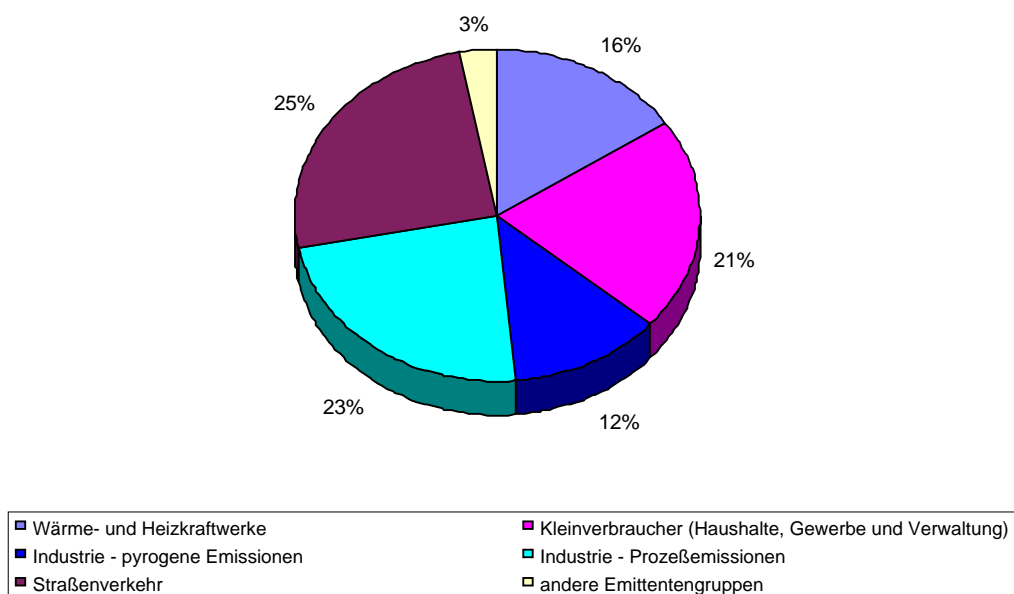
Ein Viertel der Gesamtemissionen an CO<sub>2</sub> wird durch den Straßenverkehr in Österreich verursacht. Im Sektor Straßenverkehr sind in erster Linie PKW mit einer Emission von 9,1 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> (61% der Straßenverkehrsemissionen) von Bedeutung. Der Verkehr mit schweren LKW emittiert 4,3 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> (29% der Straßenverkehrsemissionen).

Der Sektor der Kleinverbraucher emittiert 12,4 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> und hat einen relativen Anteil von etwa 21% an den Gesamtemissionen.

Wärme- und Heizkraftwerke setzen 9,3 Millionen Tonnen Kohlendioxid frei (16% der CO<sub>2</sub>-Gesamtemissionen).

### Relativer Anteil der Emittentengruppen an den CO<sub>2</sub>-Emissionen in Österreich 1994

**CO<sub>2</sub>-Gesamtemission: 59,6 Millionen Tonnen**



Für ein weitere Diskussion der Kohlendioxid-Emissionen: Siehe UBA Info 9/96.

In Österreich wurden 1994 5,4 Millionen Tonnen Holz und 2,3 Millionen Tonnen biogene Brennstoffe eingesetzt. Die aus dieser Verbrennung entstehende CO<sub>2</sub>-Emission von etwa 12,6 Millionen Tonnen geht aber entsprechend von Richtlinien der IPCC<sup>7</sup> nicht in die CO<sub>2</sub>-Bilanz Österreichs ein.

<sup>7</sup> IPCC: Intergovernmental panel on climate change

## 2.7 Distickstoffmonoxid

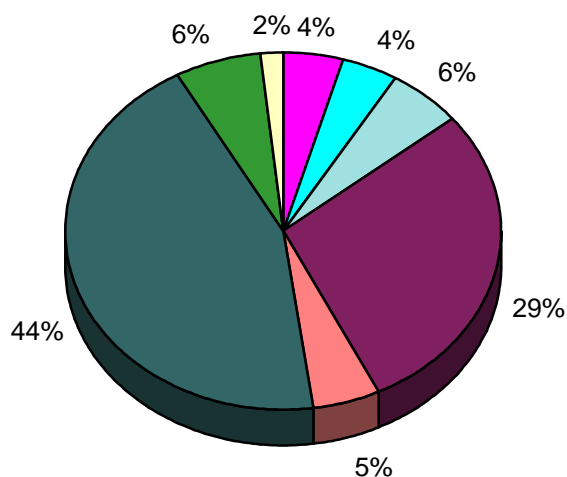
Die Lachgas-Emissionen in Österreich werden eindeutig vom Sektor Land- und Forstwirtschaft dominiert, der 44% der Gesamtemissionen von 13500 Tonnen emittiert. In diesem Sektor gehen die Emissionen in erster Linie von gedüngten Kulturlflächen aus. Der hohe Eintrag von Stickstoff in die Böden bewirkt eine verstärkte bakterielle Aktivität. Durch diese Denitrifikations- und Nitrifikationsprozesse werden die Emissionen an gasförmigen Stickstoffverbindungen (N<sub>2</sub>O aber auch NO<sub>x</sub>) verursacht. Diese Emissionen aus den Böden konnten nur grob abgeschätzt werden und sind daher mit einem weit größeren Unsicherheitsfaktor als die Emissionen der anderen Sektoren behaftet.

Der Straßenverkehr hat mit etwa 3900 Tonnen N<sub>2</sub>O einen Anteil von 29% an den Gesamtemissionen. In diesem Sektor werden mehr als 50% der Emissionen durch schwere LKW und etwa 40% durch PKW verursacht.

Eine untergeordnete Rolle kommt den pyrogenen Quellen bei diesem Schadstoff zu. Aus Feuerungsanlagen und industriellen Prozessen werden 1370 Tonnen N<sub>2</sub>O oder 10% der Gesamtemissionen in Österreich freigesetzt.

### Relativer Anteil der Emittentengruppen an den N<sub>2</sub>O-Emissionen in Österreich 1994

**N<sub>2</sub>O-Gesamtemission: 13500 Tonnen**



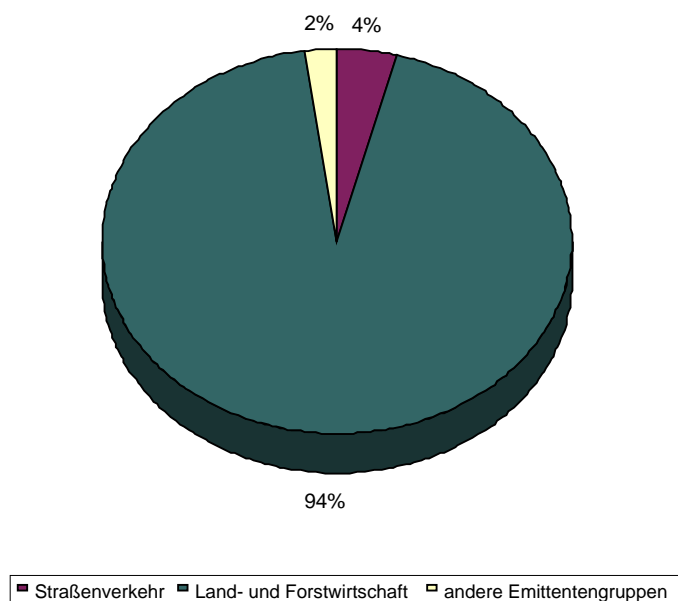
## 2.8 Ammoniak

Die Gesamtemissionen von 86800 Tonnen  $\text{NH}_3$  können zu 94% dem Sektor Land- und Forstwirtschaft zugeschrieben werden. Die größten Emissionen an Ammoniak verursacht die Lagerung von Gülle (über 94% der Emissionen in diesem Sektor), während die Emissionen aus gedüngten Pflanzenkulturen vergleichsweise einen viel geringeren Anteil haben.

Weitere 3600 Tonnen Ammoniak (4% der Gesamtemissionen) werden aus dem Straßenverkehr freigesetzt. Wobei hier fast ausschließlich die Emissionen aus dem PKW-Verkehr von Bedeutung sind.

### Relativer Anteil der Emittentengruppen an den $\text{NH}_3$ -Emissionen in Österreich 1994

**$\text{NH}_3$ -Gesamtemission: 86800 Tonnen**



### 3 AUSGEWÄHLTE EMISSIONSRELEVANTE UMWELTTHEMEN

#### 3.1 BEDEUTUNG EINZELNER TREIBHAUSGASE FÜR DEN TREIBHAUSEFFEKT

Die anthropogenen Emissionen an den Treibhausgasen Kohlendioxid, Methan und Distickstoffmonoxid können zur Darstellung ihres relativen Anteils am Treibhauseffekt in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten ausgedrückt werden. Die Emissionsdaten der einzelnen Schadstoffe werden mit einem Korrekturfaktor, der die unterschiedlichen "global warming" Potentiale berücksichtigt, multipliziert (siehe nachstehende Tabelle). Die Einheit CO<sub>2</sub>-Äquivalent (Ceq<sup>8</sup>) entspricht dem Erwärmungspotential von Tausend Tonnen CO<sub>2</sub>. Zur Umrechnung wurden die "global warming"-Potentiale für einen Zeitraum von 100 Jahren gemäß des Berichts "Climate Change 1995" des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) herangezogen.

In der Emissionsinventur CORINAIR 94 wurden die Emissionen an Fluorchlorkohlenwasserstoffen nicht mit einbezogen und wurden daher auch nicht bei den Anteilen der einzelnen Sektoren an den Treibhausgasemissionen berücksichtigt. Ebenfalls nicht berücksichtigt sind CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verwertung von Biomasse.

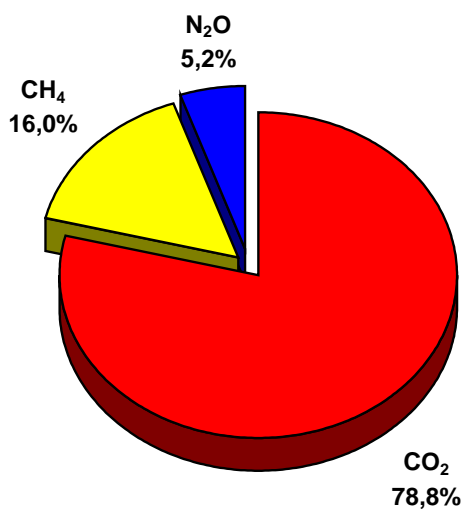
Substanzen	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Gesamt	Anteil der
Faktor	1	21	310	Ceq	Sektoren (%)
<b>Wärme- und Heizkraftwerke</b>	9 278	2	36	9 316	12,3
<b>Kleinverbraucher (Haushalte, Gewerbe, Verwaltung)</b>	12 378	436	181	12 995	17,2
<b>Industrie - pyrogene Emissionen</b>	7 282	10	31	7 324	9,7
<b>Industrie - Prozeßemissionen</b>	13 966	2	176	14 143	18,7
<b>Brennstoffförderung und Verteilungskette</b>	148	101	0	249	0,3
<b>Lösemittlemissionen</b>	0	0	233	233	0,3
<b>Straßenverkehr</b>	14 931	76	1 207	16 213	21,4
<b>Sonstiger Verkehr (Schifffahrt, Flugverkehr..)</b>	1 497	5	206	1 709	2,3
<b>Abfallbehandlung und Deponien</b>	115	1 711	4	1 829	2,4
<b>Land- und Forstwirtschaft</b>	0	9 732	1 849	11 581	15,3
<b>TOTAL</b>	<b>59 595</b>	<b>12 075</b>	<b>3 923</b>	<b>75 593</b>	

<sup>8</sup> Ceq: Carbon dioxide equivalents, IPCC

Die Gesamtemissionen an Treibhausgasen (ohne FCKW) macht ein Äquivalent von 75590 Kilotonnen Kohlendioxid (Ceq.) aus. Etwa 78,8% stammt aus CO<sub>2</sub>-, fast 16% aus Methan- und 5,2% aus N<sub>2</sub>O - Emissionen.

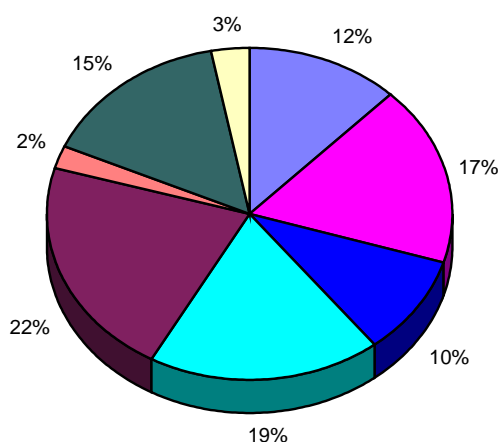
**Relativer Anteil der einzelnen Schadstoffe an der anthropogenen Gesamtemission von Treibhausgasen in Österreich 1994**

**Gesamtemission: 75590 Ceq**



**Relativer Anteil der Emittentengruppen an der anthropogenen Gesamtemission von Treibhausgasen in Österreich 1994**

**Gesamtemission: 75590 Ceq**



■ Wärme- und Heizkraftwerke	■ Kleinverbraucher (Haushalte, Gewerbe und Verwaltung)
■ Industrie - pyrogene Emissionen	■ Industrie - Prozeßemissionen
■ Straßenverkehr	■ Sonstiger Verkehr (Schifffahrt, Flugverkehr..)
■ Land- und Forstwirtschaft	■ andere Emittentengruppen

Wichtige relative Anteile an den Gesamt-Ceq haben folgende Sektoren:

- Straßenverkehr (durch CO<sub>2</sub>- und N<sub>2</sub>O-Emissionen)
- Industrielle Prozesse (durch CO<sub>2</sub>-Emissionen)
- Kleinverbraucher (durch CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Verbrennungsprozessen)
- Kraft- und Heizkraftwerke (durch CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Verbrennungsprozessen)
- Industrie (durch CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Verbrennungsprozessen)
- Land- und Forstwirtschaft (durch Emissionen an CH<sub>4</sub> aus der Nutztierhaltung und durch N<sub>2</sub>O-Emissionen aus gedüngten Kulturflächen)

### 3.2 Versauerung

Emissionen von SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und NH<sub>3</sub> können zur Versauerung von Gewässern und Böden führen. Der Säureeintrag erfolgt durch Deposition der Luftschadstoffe und deren atmosphärische Umwandlungsprodukte. Zu beachten ist, daß Importe an diesen Luftschadstoffen oder ihren Folgeprodukten im folgendem nicht berücksichtigt sind.

Die Emissionen an diesen Luftschadstoffen können als Versauerungsäquivalente (Aeq<sup>9</sup>) ausgedrückt werden. Die Emissionsdaten in Tonnen pro Jahr werden mit dem in nachstehender Tabelle angeführten Umrechnungsfaktoren multipliziert. Dadurch können Auswirkungen der einzelnen Schadstoffe auf die Umwelt direkt verglichen werden.

Substanzen	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>	gesamt	Anteil der
Faktor	0,0313	0,0217	0,0588	Aeq	Sektoren (%)
<b>Wärme- und Heizkraftwerke</b>	133	143	9	284	2,7
<b>Kleinverbraucher (Haushalte, Gewerbe, Verwaltung)</b>	589	375	45	1 009	9,6
<b>Industrie - pyrogene Emissionen</b>	371	263	12	646	6,1
<b>Industrie - Prozeßemissionen</b>	285	344	13	642	6,1
<b>Brennstoffförderung und Verteilungskette</b>	40	0	0	40	0,4
<b>Lösemittlemissionen</b>	0	0	0	0	0,0
<b>Straßenverkehr</b>	250	2 086	213	2 549	24,2
<b>Sonstiger Verkehr (Schifffahrt, Flugverkehr..)</b>	48	338	3	389	3,7
<b>Abfallbehandlung und Deponien</b>	2	5	3	10	0,1
<b>Land- und Forstwirtschaft</b>	0	152	4 774	4 927	46,8
<b>Natur</b>	0	6	31	37	0,4
<b>SUMME</b>	1 717	3 713	5 103	10 533	

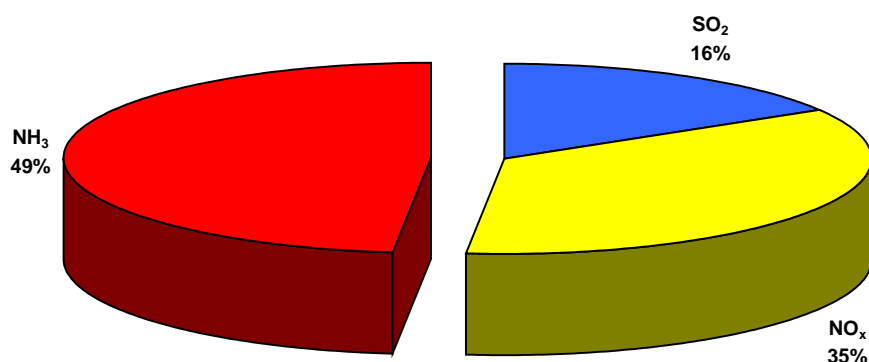
Ammoniak hat mit 49% bereits den größten Anteil an den 10500 Versauerungs- äquivalenten. Die NO<sub>x</sub> Emissionen leisten einen Beitrag von etwa 35%. SO<sub>2</sub>-Emissionen haben mit 1717 Aeq einen Anteil von etwa 16% an den Gesamtemissionen.

<sup>9</sup> Aeq: Acid equivalents: proportional den Gewichtsprozent H<sup>+</sup> Ionen



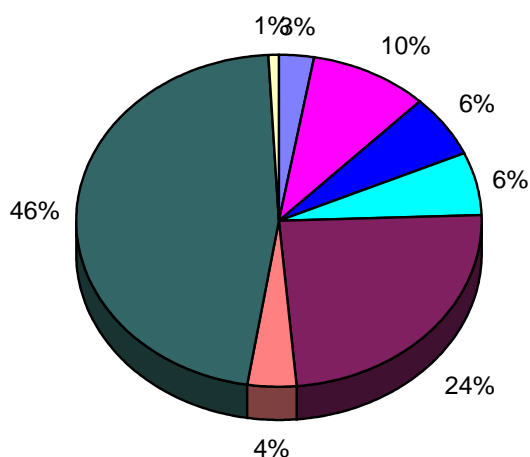
**Relativer Anteil der einzelnen Schadstoffe an der Versauerung  
in Österreich 1994**

**Gesamtemission: 10500 Aeq**



**Relativer Anteil der Emittentengruppen an der Versauerung  
in Österreich 1994**

**Gesamtemission: 10500 Aeq**



■ Wärme- und Heizkraftwerke	■ Kleinverbraucher (Haushalte, Gewerbe und Verwaltung)
■ Industrie - pyrogene Emissionen	■ Industrie - Prozeßemissionen
■ Straßenverkehr	■ Sonstiger Verkehr (Schifffahrt, Flugverkehr..)
■ Land- und Forstwirtschaft	■ andere Emittentengruppen

Wichtige relative Anteile an den Gesamt-Äquivalenten haben folgende Sektoren:

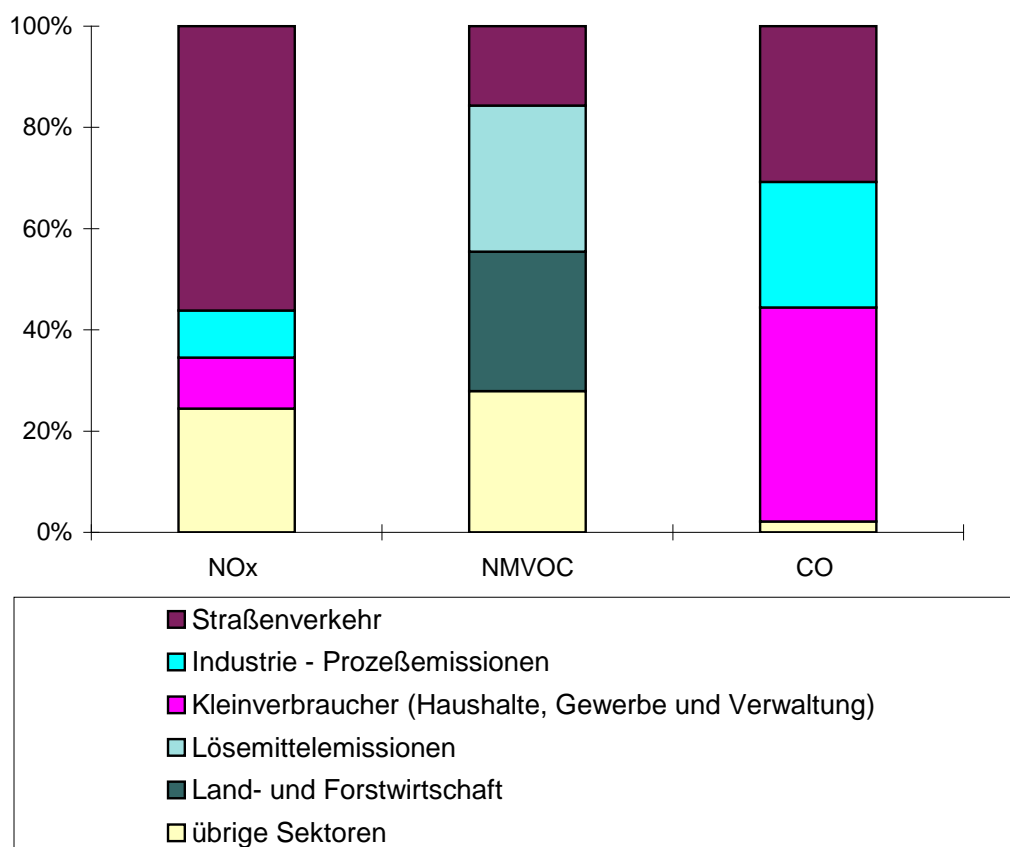
- Sektor Land- und Forstwirtschaft (durch Emissionen von  $\text{NH}_3$  aus der Güllelagerung)
- Straßenverkehr (durch  $\text{NO}_x$ -Emissionen)
- Kleinverbraucher (durch  $\text{SO}_2$ -Emissionen aus Verbrennungsprozessen)
- pyrogene Prozesse und Produktionsprozesse der Industrie (durch  $\text{NO}_x$ - und  $\text{SO}_2$ -Emissionen)

### 3.3 Bodennahe Ozon

Für die Bildung von bodennahem Ozon sind die Emissionen an den Schadstoffen NO<sub>x</sub> und NMVOC als Vorläufersubstanzen von größter Bedeutung. Kohlenmonoxid hat im Vergleich zu den NMVOC eine geringere luftchemische Reaktivität und spielt daher bei der lokalen Ozonbildung eine weniger wichtige Rolle. Ebenso hat Methan kaum Einfluß auf die lokale Ozonbildung, global gesehen ist es jedoch auch eine bedeutende Ozonvorläufersubstanz.

Folgende Graphik zeigt für die drei wichtigsten Emittenten die Anteile an den Gesamtemissionen an Ozonvorläufersubstanzen.

**Emittenten der Ozonvorläufersubstanzen  
in Österreich 1994**



Der Straßenverkehr ist bei Emissionen aller drei Ozonvorläufersubstanzen zu den drei Hauptverursachern zu zählen. Industrielle Prozeßemissionen und Kleinverbraucher haben an den NO<sub>x</sub>-Emissionen etwa gleiche Anteile. Die Hauptverursacher der NMVOC-Emissionen sind neben dem Straßenverkehr der Lösemittelgebrauch und die Land- und Forstwirtschaft. Die hohen Emissionen im Sektor Land- und Forstwirtschaft sind durch Emissionen biogener VOC aus Waldgebieten zu erklären.

### **3.4 Toxische organische Luftschadstoffe und Schwermetalle**

In der österreichische Luftschadstoff-Inventur 1994 wurden erstmals auch die Emissionen der humantoxischen Verbindungsklasse langlebige organische Verbindungen (POPs) und an human- und ökotoxischen Schwermetallen erhoben.

#### **3.4.1 POPs**

Die innerhalb von CORINAIR erfaßte Gruppe der "persistent organic pollutants" umfaßt einerseits polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAHs) und andererseits die Gruppe der polychlorierten Dibenzodioxine (PCDD) und -furane (PCDF).

##### **3.4.1.1 PAHs**

Die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe entstehen in erster Linie bei unvollständiger Verbrennung. Diese Gruppe organischer Verbindungen umfaßt eine sehr große Anzahl von Einzelsubstanzen. Die Emissionsdaten in dieser Emissionsinventur sind jeweils als Summe aller Einzelsubstanzen angegeben. Eine der bekanntesten Verbindungen dieser Gruppe ist das Benzo(a)pyren.

##### **3.4.1.2 PCDD und PCDF**

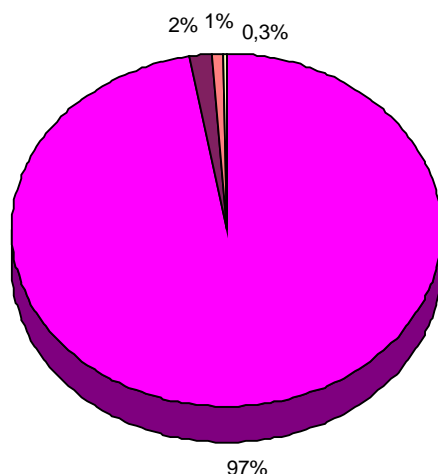
Ebenso wie in der Gruppe der PAHs sind auch unter dieser Substanzklasse sehr viele Einzelsubstanzen zusammengefaßt. Die Emissionen an den einzelnen Substanzen werden in 2,3,7,8 -Tetrachlordibenzodioxin-Toxizitätsäquivalenten (I-TEQ) ausgedrückt, um so eine Abschätzung der Gesamtoxität zu ermöglichen.

	PAH kg	Dioxine mg [I-TEQ]
Wärme- und Heizkraftwerke	88	0
Kleinverbraucher (Haushalte, Gewerbe und Verwaltung)	444 990	16 670
Industrie - pyrogene Emissionen	270	1 500
Industrie - Prozeßemissionen	930	10 360
Brennstoffförderung und Verteilungskette	0	0
Lösemittelemissionen	0	0
Straßenverkehr	7 488	0
Sonstiger Verkehr (Schifffahrt, Flugverkehr..)	3 837	0
Abfallbehandlung und Deponien	10	179
Land- und Forstwirtschaft	0	0
Natur	0	24
<b>TOTAL</b>	<b>457 612</b>	<b>28 733</b>

Insgesamt wurden in Österreich etwa 458 Tonnen an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen und 28,7 g I-TEQ emittiert. Die Verteilung auf die einzelnen Sektoren zeigt, daß bei beiden Schadstoffen einige wenige Sektoren den Hauptteil der Emissionen verursachen.

### Relativer Anteil der Emittentengruppen an den PAH-Emissionen in Österreich 1994

PAH-Gesamtemission: 458 Tonnen



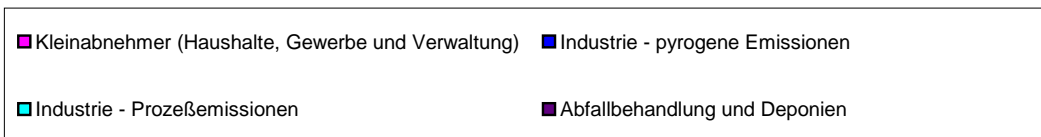
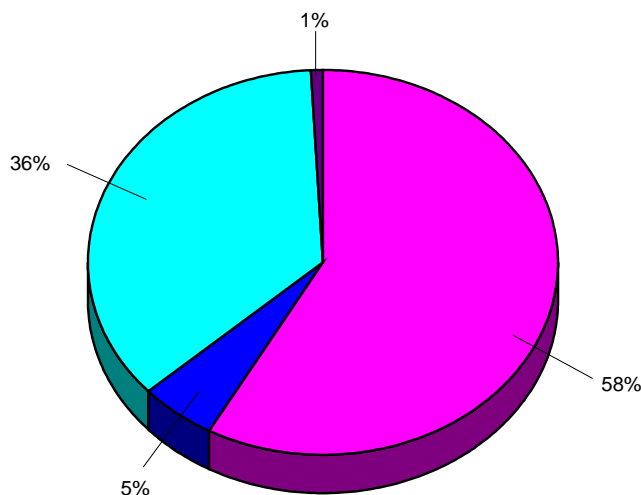
■ Kleinabnehmer (Haushalte, Gewerbe und Verwaltung)	■ Straßenverkehr
■ Sonstiger Verkehr (Schifffahrt, Flugverkehr..)	■ andere Emittentengruppen

- Der Sektor der Kleinverbraucher ist für mehr als 97% der Gesamtemissionen an PAHs verantwortlich, wobei der Hausbrand mit einer Emission von 350 Tonnen PAHs der größte Emittent in Österreich ist. 97% (oder 340 Tonnen) der aus Hausbrand emittierten PAHs werden durch die Verfeuerung von Holzbrennstoffen, die im Haushaltsbereich etwa 35% des Energiebedarfs decken, verursacht.
- Der Straßenverkehr emittiert etwa 7,5 Tonnen PAHs (1,6% des Gesamtemissionen).
- Die drittgrößte Emittentengruppe ist der "sonstige Verkehr", der mit einer Jahresemission von 3,8 Tonnen 0,8% der Gesamtemissionen ausmacht.
- Der Anteil aller übrigen Emittentengruppen an der Gesamtemission an PAHs beträgt 0,3% (1,3 Tonnen), wobei hier in erster Linie industrielle Prozeßemissionen von Bedeutung sind.

Die Gesamtemissionen an PCDD und PCDF entspricht 28,7 g 2,3,7,8-TCDD Äquivalent.

**Relativer Anteil der Emittentengruppen an den Dioxin-Emissionen  
in Österreich 1994**

**Dioxin-Gesamtemission: 28,7 g I-TEQ**



- Im Sektor der Kleinverbraucher werden 16,7 g I-TEQ (58% der Gesamtdioxinmissionen) freigesetzt. Etwa 91% dieser Dioxinmissionen werden durch Verfeuerung von Holzbrennstoffen verursacht. Der Hausbrand hat einen relativen Anteil von über 49% an den Dioxin-Emissionen dieses Sektors. Einen fast ebenso hohen Anteil haben die Feuerungsanlagen in der Land- und Forstwirtschaft, die Dioxinmissionen von 7,7 g (46% der Emittentengruppe Kleinverbraucher) verursachen.
- Etwas mehr als ein Drittel der jährlichen Dioxinmissionen stammen aus dem Sektor industrielle Prozesse. Hier werden 10,4 g pro Jahr emittiert. Vor allem Eisenerzsinteranlagen, die eine Dioxinmission von 8,0 g I-TEQ verursachen, sind von großer Bedeutung. Aus dem Bereich der Sekundäraluminiumproduktion stammen weitere 1,8 g I-TEQ.

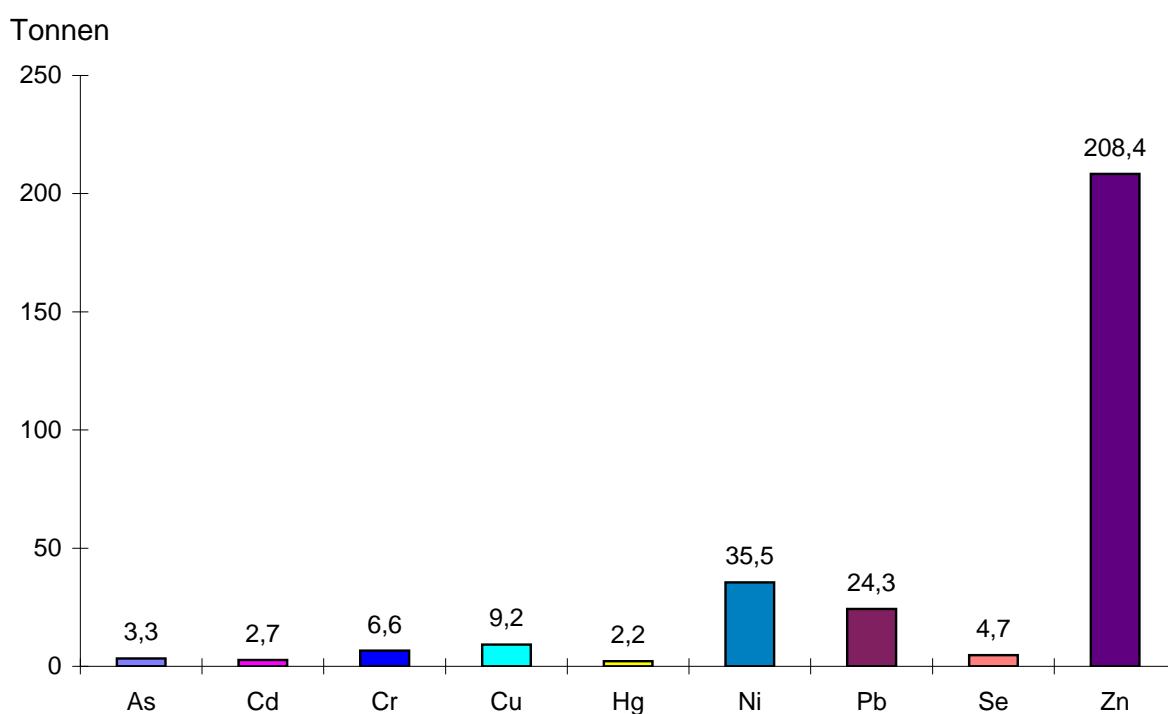


- Durch Verbrennungsprozesse in der Industrie gelangen 1,46 g 2,3,7,8-TCDD-Äquivalent in die Umwelt. In diesem Sektor werden mehr als 91% der Dioxinmissionen durch die Verwendung der Brennstoffe Holzabfälle, Holz und brennbare Abfälle verursacht. Insbesondere Holz und Holzabfälle, die nur ungefähr 5,7% des Energiebedarfs decken, verursachen bei der Verbrennung 0,83 g I-TEQ (56,7% der Gesamtemissionen dieses Sektors).
- Durch die thermische Verwertung von Abfällen in Hausmüllverbrennungsanlagen werden 0,05 g I-TEQ freigesetzt
- Krematorien haben Dioxinmissionen von 0,1 g I-TEQ verursacht.

### 3.4.2 Schwermetalle

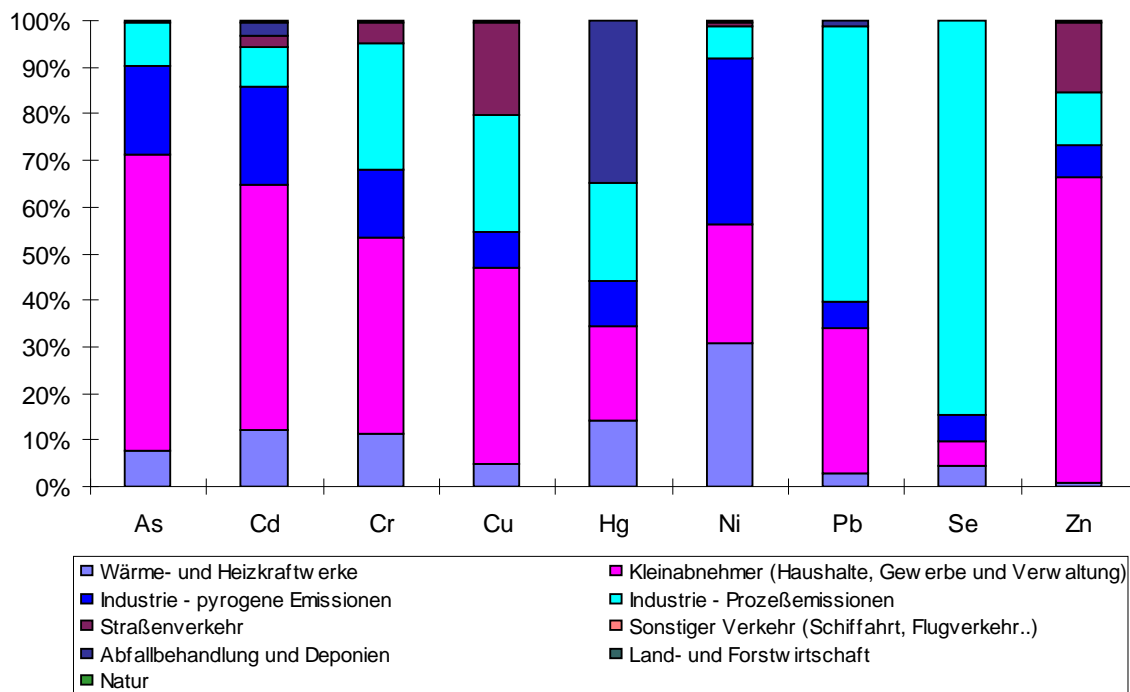
In Rahmen von CORINAIR 94 wurden die Emissionen an neun Schwermetallen erhoben. Die Gesamtemissionen an den einzelnen Schwermetallen und die relativen Anteile der einzelnen Sektoren sind in den zwei folgenden Graphiken zu ersehen.

#### Schwermetall-Emissionen in Österreich 1994



Bei Betrachtung der Schwermetall-Emissionen ist zu beachten, daß die einzelnen Schwermetalle stark unterschiedliche human- und ökotoxische Wirkungen haben.

### Relativer Anteil der Emittentengruppen an den Schwermetall-Emissionen in Österreich 1994



**As** An der Gesamtemission von 3,3 Tonnen Arsen hat der Sektor der Kleinverbraucher einen Anteil von mehr als 63% (2,1 Tonnen).

Industrielle Verbrennungsprozesse emittieren 0,6 Tonnen und industrielle Prozeßemissionen weitere 0,3 Tonnen an Arsen. Somit hat die Industrie einen relativen Anteil von mehr als 28% an den gesamten Arsenemissionen.

**Cd** In Österreich werden 2,7 Tonnen Cadmium emittiert, wobei der Sektor der Kleinverbraucher mit 1,4 Tonnen mehr als die Hälfte der Gesamtemissionen ausmacht.

Der Sektor Industrie emittiert aus Verbrennungsprozessen 0,6 Tonnen und aus Prozessen weitere 0,2 Tonnen Cadmium. Der Anteil der Industrieemissionen macht 29,4% der gesamten Cadmiumemissionen aus.

Der Sektor der Wärme- und Heizkraftwerke macht mit 0,3 Tonnen Cadmium mehr als 12% der Gesamtemissionen an diesem Schwermetall aus.

**Cr** An den Chromemissionen von 6,6 Tonnen haben der Sektoren Kleinverbraucher und der Bereich der Industrie (pyrogene und prozeßbedingte Emissionen) einen Anteil von jeweils ungefähr 42% (2,8 Tonnen Cr). Im Bereich der Industrie stammen 1,8 Tonnen (27,3% der Gesamtemissionen) Chrom aus Prozessen und weiter 0,97

Tonnen (14,6%) aus pyrogenen Quellen. Die höchsten prozeßbedingten Chromissionen treten in der Eisen- und Stahlindustrie auf.

Der Brennstoffeinsatz im Sektor Wärme- und Heizkraftwerke macht mit einer Chromission von 0,75 Tonnen 11,3% der Gesamtemissionen aus.

**Cu** Auch bei Kupferemissionen hat der Sektor der Kleinverbraucher mit 42,2% der Gesamtemissionen von 9,2 Tonnen den größten Anteil.

Etwa ein Viertel der Kupferemissionen (2,3 Tonnen) wird durch industrielle Prozesse verursacht. Hier sind vor allem die Emissionen der Eisen- und Stahlindustrie von großer Bedeutung.

Im Sektor Straßenverkehr werden 1,8 Tonnen Kupfer freigesetzt. Die Schwermetallemissionen des Straßenverkehr sind fast ausschließlich auf den Verschleiß von Bremsen und Reifen zurückzuführen.

**Hg** Mehr als ein Drittel der gesamten Quecksilberemissionen von 2,18 Tonnen werden durch Müllverbrennungsanlagen emittiert.

Aus industriellen Prozessen werden 0,46 Tonnen dieses Schwermetalls freigesetzt. Auch der Sektor der Kleinverbraucher hat mit etwa 20% der Gesamtemissionen (0,45 Tonnen) einen nicht unbedeutend Anteil an den Quecksilberemissionen.

**Ni** Für die Emissionen der 35,5 Tonnen Nickel im Jahr 1994 sind in erster Linie pyrogene Prozesse verantwortlich. Bei einer Betrachtung der einzelnen Sektoren zeigt sich, daß der Sektor "Industrie-pyrogene Emissionen" mit 12,6 Tonnen (36% der Gesamtemissionen) den größten Ausstoß an diesem Schwermetall hat.

Weitere wichtige Nickelemittenten sind die Sektoren "Wärme- und Heizkraftwerke" und "Kleinverbraucher" mit 31% bzw. 25% der Gesamtemissionen.

**Pb** Aus dem Sektor "Industrie-Prozeßemissionen" stammen 14,4 Tonnen Blei (59% der Gesamtemissionen von 24,3 Tonnen). In diesem Sektor sind vor allem die Emissionen aus der Eisen- und Stahlindustrie mit 8,9 Tonnen von Bedeutung. Die Erzeugung von Nichteisenmetallen emittiert 2,8 Tonnen Blei (19% der Emissionen aus industriellen Prozessen). Durch Prozesse in der Glasindustrie werden weitere 2,6 Tonnen Blei freigesetzt.

Der Sektor "Kleinverbraucher" hat einen relativen Anteil von 31% (7,6 Tonnen) an den Gesamtbleiemissionen. Hier sind vor allem die 6,3 Tonnen Bleiemissionen aus dem Hausbrand von Bedeutung.

Emissionen diese Schwermetalls aus dem Straßenverkehr sind wegen des Verbotes von verbleiten Treibstoffen auf 0,05% der Gesamtemissionen zurückgegangen.

**Se** In Österreich werden 4,7 Tonnen Selen emittiert. Industrielle Prozesse verursachen fast 85% (3,99 Tonnen) des Selenausstoßes. In diesem Sektor ist der Hauptverur-

sacher die Glasindustrie, die mit einer Emission von 3,9 Tonnen Selen 98% der Emissionen des Sektors industrielle Prozesse verursacht.

15% der Emissionen (0,72 Tonnen Se) stammen aus Verbrennungsprozessen, wobei die drei Sektoren "Wärme- und Heizkraftwerke", "Kleinverbraucher" und "industrielle Verbrennungsprozesse" etwa gleich große Anteile haben.

**Zn** Die Zinkemissionen in Österreich betragen 208 Tonnen von denen 137 Tonnen (65,6%) durch den Sektor der Kleinverbraucher verursacht wird. Der zweit größte Zinkemittent in Österreich ist der Straßenverkehr, der 30,6 Tonnen (fast 15% der Gesamtemissionen) verursacht. Die Zinkemissionen des Straßenverkehrs sind vor allem durch den Abrieb von Bremsen und Reifen bedingt.

Aus Prozessen in der Industrie werden 23,7 Tonnen (11,4% der Gesamtemissionen) Zink freigesetzt. In diesem Sektor wird der Großteil der Emissionen durch Prozesse in der Eisen- und Stahlindustrie verursacht.

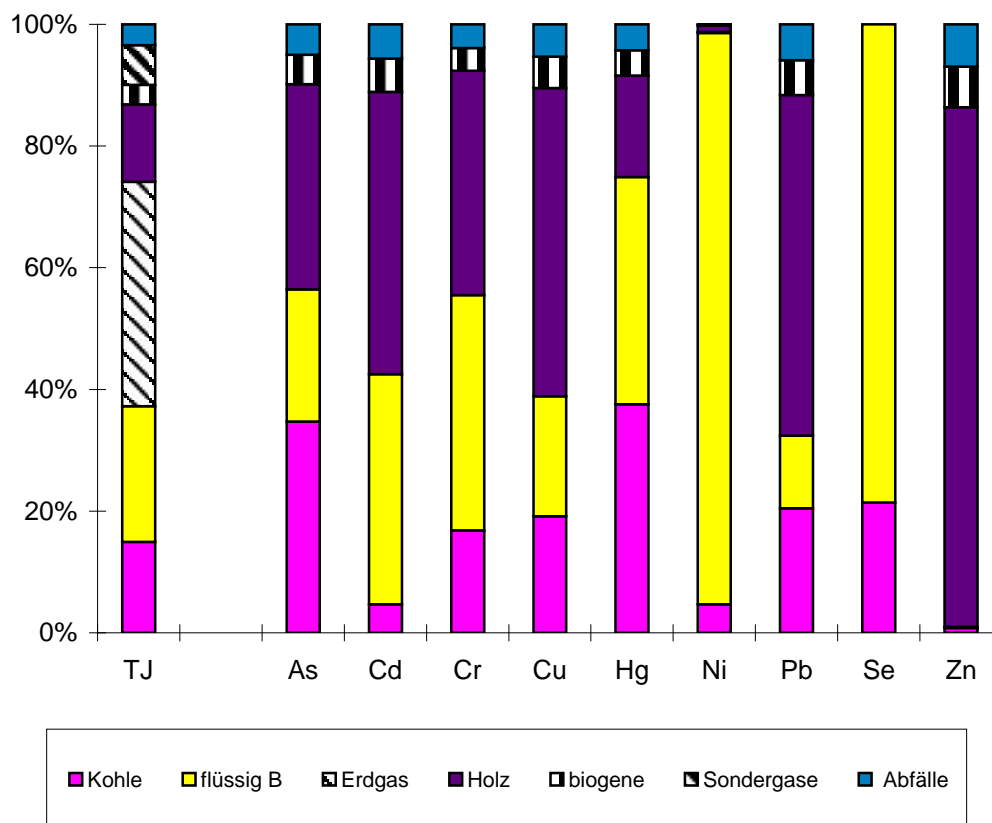
Die folgende Tabelle zeigt die relativen Anteile der Verbrennungsprozesse (Summe der Emittentengruppen "Wärme- und Heizkraftwerke", "Kleinverbraucher" und "Industriepyrogener Emissionen") an den Gesamtemissionen der einzelnen Schwermetalle.

kg Schwermetall	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
Gesamtemission	3 264	2 717	6 626	9 238	2 177	35 534	24 293	4 707	208 374
pyrogene Quellen	2 940	2 337	4 512	5 046	959	32 664	9 646	717	152 971
Anteil der pyrogenen	90,1%	86,0%	68,1%	54,6%	44,0%	91,9%	39,7%	15,2%	73,4%

Bei den Schwermetallen Arsen, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel und Zink liegt der relative Anteil der pyrogenen Quellen an der Gesamtemission somit jeweils über 50%.

In der folgenden Graphik werden für einzelne Brennstoffe jeweils ihr Anteil an der Deckung des Energiebedarfs und ihr Anteil an der Schwermetallemission gegenübergestellt.

**Relativer Anteil der Brennstoffe am Energiebedarf und den  
verbrennungsbedingten Schwermetall-Emissionen  
in Österreich 1994**



\* ... Sondergase: Raffinerierestgas, Kokereigas, Gichtgas

Durch die Verfeuerung von Kohle wird etwa 15% des bei Verbrennungsprozessen eingesetzten Energiebedarfs von 656300 TJ gedeckt. Dieser Brennstoff ist vor allem für die Emissionen von Arsen und Quecksilber mit einem Anteil an den pyrogenen Emissionen von 35% bzw. 38% von großer Bedeutung.

Flüssigbrennstoffe verursachen den überwiegenden Teil der pyrogenen Nickel- (94%) und Selenemissionen (79%). Die Verfeuerung von Heizöl trägt auch maßgeblich zu den Emissionen an den anderen Schwermetalle (ausgenommen Zink) bei.

Die gasförmigen Brennstoffe, die insgesamt 44% des Energiebedarfs decken, verursachen keine Emissionen an diesen neun Schwermetallen.

Durch die Verfeuerung von Holzbrennstoffen werden etwa 13% des Energiebedarfs gedeckt. Dieser Brennstoff wird vorwiegend im Sektor der Kleinverbraucher eingesetzt. Bei Verbren-

nungsprozessen eingesetzte Holzbrennstoffe sind für die Emissionen von sechs Schwermetallen von entscheidender Bedeutung, wobei die Emissionen an Zink, Blei, Kupfer und Cadmium von den Emissionen aus Holzfeuerungsanlagen dominiert werden und bezüglich der Schwermetalle Arsen und Chrom der Beitrag 34% bzw. 37% beträgt. Die Berechnungen basieren auf international verwendeten, relativ hohen Emissionsfaktoren für Holzverbrennung, die einer kritischen Überprüfung unterzogen werden sollten.

Biogene Brennstoffe und Abfälle decken jeweils etwa 3% des Energiebedarfs. Ihr Anteil an den Schwermetallemissionen liegt im Bereich von 4% bis 7%, ausgenommen Nickel und Selen bei denen der relative Anteil <0,2% ist.

## 4 METHODE DER EMISSIONSERHEBUNG

CORINAIR 94 zeichnet sich gegenüber früheren Emissionsberechnungen durch folgende Merkmale aus:

### Vollständiger

Für CORINAIR 94 wurden die Emissionen vieler Sektoren komplett neu erhoben. So wurden die Lösemittlemissionen (siehe UBA-Info 6-96) und die Emissionen der Kleinverbraucher vollständig neu berechnet (siehe auch UBA-Info 11-95). Auch für die Berechnung der Emissionen des Straßenverkehrs (siehe UBA-Info 7/8-96) und des Luftverkehrs wurden neue Rechenmodelle verwendet. Für die Kraft- und Heizwerke wurden zum ersten Mal Daten aus der Dampfkesseldatenbank des Umweltbundesamtes herangezogen.

Außerdem berücksichtigt diese Erhebung zusätzliche Schadstoffe. So wurden neben SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O und NH<sub>3</sub> auch neun Schwermetalle und POPs<sup>10</sup> bei diese Emissionsinventur erhoben.

Auch im Industriebereich konnte aufgrund einer Kooperation mit den Fachverbänden der Wirtschaftskammer Österreich auf neue Werte zurückgegriffen werden. Die Emissionserhebung einzelner Industriebereiche der *Wirtschaftskammer* und der *Vereinigung Österreichischer Industrieller* wurden bei CORINAIR 94 mitberücksichtigt. (Emissionserhebung einzelner Industriebereiche für 1993, Forschungsinstitut für Chemie und Umwelt; A. Windsberger, Ch. Turi und St. Steinlechner).

Die Emissionen der Raffinerie Schwechat wurden dem Umweltbundesamt von der ÖMV übermittelt (A. Virag).

Die Luftschadstoffemissionen der österreichischen Eisen- und Stahlindustrie wurden von der VOEST (J. Sigmund) erhoben.

Die Berechnung der Emissionen aus dem Straßenverkehr wurden am Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik, TU Graz (R. Pischinger, St. Hausberger) durchgeführt.

Die Berechnung der Schwermetallemissionen wurde durch das "Österreichische Forschungszentrum Seibersdorf" (R. Orthofer) durchgeführt.

---

<sup>10</sup> Persistent organic pollutants

Die Dioxinemissionsinventur wurde von der "FTU-Forschungsgesellschaft Technischer Umweltschutz GmbH" (C. Hübner) erstellt.

Die PAH-Emissionsinventur in Österreich wurde von der "DI Scheidl Umweltanalytik GmbH" (F. Twardik, K. Scheidl) ausgearbeitet.

#### Detaillierter

CORINAIR 94 unterscheidet die Verursacher von Luftschadstoffen sehr detailliert entsprechend einer sogenannten *standardisierten Liste für Verursacher von Luftemissionen* (SNAP<sup>11</sup>).

Diese europaweit einheitliche SNAP-Liste unterscheidet über 400 verschiedene Klassen von Verursachern, und ist daher Grundlage für die bisher detaillierteste österreichische Erhebung. Im Vergleich dazu wurden bei CORINAIR 90 nur 257 Aktivitäten auf Snap Level 3 unterschieden.

#### Vergleichbarer

Die CORINAIR Inventur wird von fast allen europäischen Ländern durchgeführt. Durch die einheitliche Methodik der Erhebung werden Vergleiche mit anderen Ländern möglich.

#### Transparenter

Im Rahmen dieser Inventur wurden nicht nur die Emissionen erhoben, sondern die zugrundeliegenden Daten in einer Datenbank gespeichert. Diese Daten erlauben somit ein Nachvollziehen der ermittelten Emissionswerte.

Das Umweltbundesamt wird einen zweiten Bericht über die österreichische Luftschadstoff-Inventur 1994 publizieren, der alle in dieser Inventur verwendeten Basisdaten (Emissionsfaktoren, Brennstoffverbräuche und Produktionszahlen) und weiters die Emissionsdaten aller einzelner SNAPs beinhalten wird.

---

<sup>11</sup> Selected Nomenclature on Air Pollutant



### Ausbaufähiger

Durch die Einbindung der österreichischen Schadstoffhebung in eine europäische Datenbank wird die Aufnahme von zusätzlichen Informationen aus internationalen Projekten erleichtert. So können etwa die in Österreich verwendeten Emissionsfaktoren mit denen der Nachbarländern verglichen werden.

Die Systematik von CORINAIR 90 und 94 unterscheidet sich stark, weshalb die Emissionen nur bedingt vergleichbar sind. Das Umweltbundesamt wird daher bis Ende nächsten Jahres eine Berechnung der Emissionsdaten für die Jahre 1990 bis 1995 im CORINAIR 94 Format vornehmen. Erst bei Vorliegen einer konsistenten Zeitreihe wird es möglich sein eine genaue Interpretation der Emissionsentwicklung vorzunehmen.