

Berthold BERGER

Klaus RADUNSKY

et al.

## **Reports**

**UBA-90-054**

### **MATERIALIEN FÜR EINE OZONSTRATEGIE**

- Wirksamkeit möglicher Maßnahmen  
zur Reduktion der Emission von  
Ozonvorläufersubstanzen**
- Emissionsentwicklung aufgrund  
bereits gesetzter Maßnahmen**

Wien, September 1991

**Autoren:** Berthold Berger, Klaus Radunsky

**Textsatz, EDV-Graphik:** Johannes Mayer, Christine Pfeiffer

**Übersetzung:** Ulrike Stärk

**Impressum:**

**Medieninhaber und Herausgeber:** Umweltbundesamt, 1090 Wien, Spittelauer Lände 5.

© Umweltbundesamt, Wien, September 1991.

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 3-85457-070-8

## Zusammenfassung

Als nationales Reduktionsziel für Österreich bei der Emission der Ozonvorläufersubstanzen Stickoxide ( $\text{NO}_x$ ) und flüchtigen organischen Verbindungen (VOC, ohne Methan) schlägt der unter der fachlichen Leitung des Umweltbundesamtes eingerichtete "Arbeitskreis Ozonstrategie" aus lufthygienischen Gründen eine zeitlich abgestufte Reduktion um 70 % bis zum Jahr 2006, bezogen auf 1985, vor. Der Zeitplan sollte eine Reduktion um 40 % bis 1996, um 60 % bis 2001 und um 70 % bis 2006 vorsehen.

Falls eine ähnlich große Reduktion der Ozonvorläufersubstanzen in den meisten anderen europäischen Staaten erfolgt, was aufgrund von nationalen Reduktionsplänen vieler Staaten und internationalen Verhandlungen möglich erscheint, könnte die Überschreitung des Vorwarnwertes von 100 ppb Ozon in ganz Österreich vermieden und eine großräumige Senkung der Belastungsspitzen von Ozon um 25 bis 35 % erreicht werden.

Das Umweltbundesamt führte eine Abschätzung der Emissionsentwicklung von  $\text{NO}_x$  und VOC in Österreich bis zum Jahr 2010 unter Verwendung sämtlicher zur Verfügung stehenden Daten und wissenschaftlichen Unterlagen durch, wobei angenommen wurde, daß über den derzeitigen legislativen Stand (inklusive Lösemittelverordnung und neue LKW-Grenzwerte ab 1.10.1991) keine weiteren Maßnahmen bis zum Jahr 2010 gesetzt werden (siehe Teil 2).

Obwohl sich im Zuge dieser Abschätzung zeigte, daß in vielen Bereichen der Emissionsberechnung noch Unsicherheiten bestehen und daher großer Forschungsbedarf gegeben ist, sind die

hier berechneten Szenarien geeignet, den Trend der Emissionsentwicklung in den nächsten zwei Jahrzehnten, für den Fall, daß keine weiteren Reduktionsmaßnahmen gesetzt werden, größenordnungsmäßig wiederzugeben:

Bezogen auf den Emissionsausstoß des Jahres 1985 wird es bei den Stickoxiden aufgrund der bereits gesetzten Maßnahmen bis 1995 zu einer Reduktion von 22 bis 29 % und bis 2000 zu einer Reduktion von 27 bis 37 % kommen, wobei sich die Bandbreite aus der Unsicherheit der künftigen Entwicklung des Verkehrs und des Energieverbrauchs ergibt.

Bei den flüchtigen organischen Verbindungen wird es, bezogen auf 1985, bis 1995 zu einer Reduktion von 16 bis 21 % und bis 2000 zu einer Reduktion von 25 bis 31 % kommen.

Bis zum Jahr 2000 werden die wesentlichen bis jetzt beschlossenen Luftreinhaltemaßnahmen ihre Wirkung erschöpft haben. In den Jahren 2000 bis 2010 wird es daher, für den Fall, daß keine weiteren Maßnahmen gesetzt werden, wieder zu einem Anstieg der  $\text{NO}_x$ - und VOC-Emissionen kommen.

Bei der Berechnung dieser Emissions-szenarien wurde ein möglicher übermäßiger Verkehrszuwachs aus Ländern mit wesentlich weniger strengen Abgasgrenzwerten aufgrund mangelnder Datengrundlagen nicht berücksichtigt.

In Teil 1 (Tabelle 1) des Berichtes wurde von den Mitarbeitern des Arbeitskreises "Ozonstrategie" das Reduktionspotential von 37 möglichen Minderungsmaßnahmen abgeschätzt, wobei insbesondere auf jene Maßnahmen eingegangen wurde, die im "nationalen Maßnahmenkatalog zur Verminderung der Vorläufer-

substanzen für die Ozonanreicherung in bodennahen Luftschichten" angeführt sind.

Die Mitarbeiter des Arbeitskreises – mit fachlicher Koordination des Umweltbundesamtes waren Experten der TU Wien, des Ökofonds sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie beteiligt – weisen jedoch darauf hin, daß diese Quantifizierungen teilweise noch mit großen Unsicherheiten behaftet sind.

Neben der Quantifizierung von Einzelmaßnahmen wurde auch das Reduktionspotential des gesamten Maßnahmenpaketes bis zu den Jahren 1996, 2001 und 2006 abgeschätzt. Bei Maßnahmen, deren Umsetzung länger dauert als die hier angegebenen Zeitspannen, wurde nur der entsprechend aliquote Teil der Minderung berücksichtigt. Ebenso wurden Maßnahmen, die einander überschneiden, mit einer entsprechend verringerten Minderungsquote quantifiziert.

Folgende prozentuelle Minderungen ergeben sich für die Summe der bereits beschlossenen und wirksamen sowie der vom Arbeitskreis quantifizierten, zusätzlichen Maßnahmen, bezogen auf das Jahr 1985 (Szenario A: Mittlerer Energieverbrauchs- und Verkehrszu-

wachs, Szenario B: Starker Energieverbrauchs- und Verkehrszuwachs):

	1996	2001	2006
<i>o NO<sub>x</sub></i>			
<i>Szenario A:</i>	53 %	66 %	66 %
<i>Szenario B:</i>	45 %	56 %	54 %
<i>o VOC</i>			
<i>Szenario A:</i>	40 %	55 %	58 %
<i>Szenario B:</i>	34 %	49 %	52 %

Dies bedeutet, daß zur Erreichung der Reduktionsziele bis 1996 und 2001 bei VOC jedenfalls alle im Bericht angeführten Maßnahmen realisiert werden müßten, bei der NO<sub>x</sub>-Minderung insbesondere bei mäßigem Wirtschaftswachstum für diese Jahre ein gewisser Spielraum hinsichtlich der Auswahl der Maßnahmen verbleibt.

In keinem der hier berechneten Wachstumsszenarien ist es jedoch möglich, das angestrebte Ziel einer Emissionsminderung bei NO<sub>x</sub> und VOC um 70 % bis 2006 mit den bis jetzt diskutierten und vom Arbeitskreis quantifizierten Maßnahmen zu erreichen. Dieses Ziel wird nur durch weitergehende Maßnahmen sowie durch die verstärkte Nutzung emissionsarmer, neuer Technologien erreicht werden können.

### ***Reihung der Maßnahmen nach Wirksamkeit***

Im folgenden werden von den insgesamt 37 vom Arbeitskreis quantifizierten Einzelmaßnahmen die sieben bzw. neun

wirksamsten nach der Größe ihres Reduktionspotentials gereiht, unabhängig von der jeweiligen Umsetzungsdauer:

– Stickoxide (NO<sub>x</sub>)

<i>Maßnahme</i>	<i>abgeschätzte Emissionsminderung nach vollständiger Umsetzung, bezogen auf die Gesamtemissionen des Jahres 1985 (233.000 t NO<sub>x</sub>)</i>
1. <i>Vorschreibung von strengen Grenzwerten für LKW ab 1994 (NO<sub>x</sub>: 6,3 g / kWh, VOC: 0,7 g / kWh)</i>	– 9,7 % NO <sub>x</sub>
2. <i>Verkehrsorganisatorische Maßnahmen zur Verkehrsberuhigung und –verflüssigung (Parkraumbewirtschaftung, Einfuhrmaut bei Städten, Park and Ride, etc.)</i>	– 4,8 % NO <sub>x</sub>
3. <i>Vorschreibung der US–1996–Grenzwerte für PKW ab 1996</i>	– 4,8 % NO <sub>x</sub>
4. <i>Emissionsminderung nach dem Stand der Technik bei industriellen Anlagen (TA–Luft)</i>	– 4,7 % NO <sub>x</sub>
5. <i>vermehrte Förderung des kombinierten Güterverkehrs</i>	– 3,8 % NO <sub>x</sub>
6. <i>Tempolimit für PKW (80/100), sowie LKW und Busse (60/80)</i>	– 3 bis – 6 % NO <sub>x</sub>
7. <i>Nutzung des Energiesparpotentials im Bereich Industrie</i>	– 2,6 % NO <sub>x</sub>

## – Flüchtige organische Verbindungen (VOC)

<i>Maßnahme</i>	<i>abgeschätzte Emissionsminderung nach vollständiger Umsetzung, bezogen auf die Gesamtemissionen des Jahres 1985 (393.000 t VOC)</i>
1. <i>Typprüfung bei neuen Kleinf Feuerungsanlagen, kompletter Austausch aller Altanlagen (Verstärkter Einsatz von Nahwärmewerken, sowie Nutzung des Energiesparpotentials im Bereich Kleinf Feuerungen tragen ebenfalls wesentlich zur VOC–Reduktion bei)</i>	– 12,7 % VOC
2. <i>Lösemittelverordnung für die Bereiche Reinigungsmittel, Autopflege und Kosmetik</i>	– 5,1 % VOC
3. <i>Biofilter und Gasnutzung bei Kläranlagen</i>	– 5,1 % VOC
4. <i>Vorschreibung der US–1996–Grenzwerte für PKW ab 1996</i>	– 2,9 % VOC
5. <i>Verbot der offenen Strohverbrennung in allen Bundesländern</i>	– 2,5 % VOC
6. <i>Emissionsminderung nach dem Stand der Technik bei industriellen Anlagen (TA–Luft)</i>	– 2,0 % VOC
7. <i>Abgasgrenzwerte für landwirtschaftliche Kraftfahrzeuge (wie LKW–Grenzwerte vom 1.10.91)</i>	– 1,5 % VOC
8. <i>Verkehrsorganisatorische Maßnahmen zur Verkehrsberuhigung und –verflüssigung (Parkraumbewirtschaftung, Einfuhrmaut bei Städten, Park and Ride, etc.)</i>	– 1,4 % VOC
9. <i>Gaspendingung bei Tankstellenbefüllung und Betankung der KFZ</i>	– 1,3 % VOC

### – Kurzfristig umsetzbare und sofort wirksame Maßnahmen

Maßnahmen, die sofort umsetzbar sind und zu einer unmittelbaren Absenkung der Ozonvorläufersubstanzen führen, sind praktisch nur im Bereich Verkehr, aber auch bei der Strohverbrennung möglich:

<i>Maßnahme</i>	<i>abgeschätzte Emissionsminderung bezogen auf Gesamtemissionen des Jahres 1985 (233.000 t NO<sub>x</sub>, 393.000 t VOC)</i>
<i>Tempolimit 80/100 km/h für PKW, sowie Tempolimit für LKW und Busse (60/80 km/h)</i>	<i>– 3 bis – 6 % NO<sub>x</sub></i>
<i>Fiskalische Maßnahmen zur Favorisierung des öffentlichen Verkehrs gegenüber dem Individualverkehr (z.B. Ökobonus, Mineralölsteuererhöhung, etc.). Bei einer angenommenen Erhöhung der spezifischen Kilometerkosten bei PKW um 10 %:</i>	<i>– 1,0 % NO<sub>x</sub> – 0,8 % VOC</i>
<i>Ein autofreier Tag pro Woche (Angenommene Reduktion der Fahrleistungen um 4 %)</i>	<i>– 0,8 % NO<sub>x</sub> – 0,7 % VOC</i>
<i>Verbot der offenen Strohverbrennung in ganz Österreich</i>	<i>– 2,5 % VOC</i>

## ***Elements for a National Ozone Strategy in Austria – Summary***

In order to improve the air quality the Working Party on Ozone Strategy set up under the auspices of the Austrian Federal Environmental Agency proposes a **gradual reduction** of the ozone precursor substances nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>) and volatile organic compounds (VOCs, without methane) **by 70 % by the year 2006** relative to the year 1985 as a **national reduction goal** for Austria. The timetable for the reduction envisages a cut by 40 % by 1996, by 60% by 2001, and by 70 % by 2006.

If a **comparable reduction** of the ozone precursor substances was achieved in **most of the other European nations**, which seems possible in view of the national reduction programmes of many states and international negotiations, the **exceeding of the lowest official warning level of 100 ppb** could be **avoided all over Austria** and the **peak values of ozone** could **generally be reduced by 25 to 35 per cent**.

The Federal Environmental Agency conducted an assessment of the development of NO<sub>x</sub> and VOC emissions in Austria till 2010 considering all available data and scientific findings. It was assumed that apart from the existing legal regulations (including the ordinance on solvents and new emission standards for trucks valid from the first of October 1991) no further measures will be taken till the year 2010 (see part 2 of this report).

Although it became **apparent in the course of this assessment** that there are **still uncertainties** in many fields of emission calculation and thus a lot of **research work remains to be done**, the calculated scenarios nevertheless clearly reflect the trend in emission development in the course of the next two

**centuries provided that no further emission-cutting measures are taken:**

On account of the measures already taken there will be a reduction in **nitrogen oxides by 22 to 29 % by 1995, and by 27 to 37 % by 2000** relative to the year 1985, the difference arising from the uncertainties relating to the future development of traffic and energy consumption.

As far as **volatile organic compounds** are concerned there will be a reduction **by 16 to 21 % by 1995, and by 25 to 31 % by 2000** relative to the year 1985. By the year 2000 the most important air pollution control measures which have been taken up to now will lose their impact. Provided that no further measures are taken, there will again be an **increase in NO<sub>x</sub> and VOC emissions between 2000 and 2010**.

Due to a lack of relevant data a possible excessive increase in traffic from countries with considerably lower emission standards has not been taken into account in calculating the emission scenarios.

In part 1 (table 1) of this report the members of the Working Party on Ozone Strategy assessed the emission reduction potential of 37 possible measures considering above all those which are mentioned in the Austrian "national set of measures designed to reduce the precursor substances which lead to an increase in ground level ozone".

The members of the Working Party – experts of the Technical University of Vienna, of the Ökofonds (Environmental Fund) and of the Federal Ministry for Environment, Youth and Family,

coordinated by the Federal Environmental Agency – point out that the quantifications sometimes still involve many uncertainties.

Apart from the quantification of single measures the reduction potential of the whole set of measures until 1996, 2001 and 2006 was assessed. With regard to measures the implementation of which takes longer than the above mentioned time spans only the corresponding amounts of reduction have been taken into consideration. Measures which overlap each other have been quantified with a correspondingly smaller reduction potential as well.

The following reductions in per cent result from the sum of all measures which have been agreed upon and carried out as well as the additional measures which have been quantified by the Working Party, 1985 being the baseline (scenario A: average increase in energy consumption and traffic, scenario B: great increase in energy consumption and traffic):

	1996	2001	2006
<i>o NO<sub>x</sub></i>			
<i>scenario A:</i>	53 %	66 %	66 %
<i>scenario B:</i>	45 %	56 %	54 %
<i>o VOC</i>			
<i>scenario A:</i>	40 %	55 %	58 %
<i>scenario B:</i>	34 %	49 %	52 %

This means that in order to reach the reduction goals set for 1996 and 2001 as far as VOCs are concerned at least all measures mentioned in this report have to be carried out, whereas with NO<sub>x</sub> reduction particularly in case of moderate economic growth there still is a certain amount of choice between various measures.

But in none of the calculated growth scenarios the set target of an emission reduction by 70 % of NO<sub>x</sub> and VOC by the year 2006 can be achieved on the basis of the already discussed measures which have been quantified by the Working Party. This target can only be met by the implementation of further measures accompanied by an increased reliance on new low-emission technologies.

### ***Classification of Measures According to their Effectiveness***

The most important of the 37 measures quantified by the Working Party have been arranged according to their

reduction potential, regardless of how long it takes to implement them:



– Nitrogen Oxides (NO<sub>x</sub>)

<i>Measure</i>	<i>Estimated amount of emission reduction after full implementation of the measure relative to the total emissions of 1985 (233,000 t NO<sub>x</sub>)</i>
1. Tough emission standards for trucks from 1994 onwards (NO <sub>x</sub> : 6.3 g / kWh, VOC: 0.7 g / kWh)	– 9.7 % NO <sub>x</sub>
2. Measures related to the organization of traffic, i.e. traffic-cutting measures and measures designed to improve traffic flow (car parking management, entrance fees to cities, park and ride, etc.)	– 4.8 % NO <sub>x</sub>
3. Adoption of the US–1996–emission standards for passenger cars from 1996 onwards	– 4.8 % NO <sub>x</sub>
4. Curb on emissions according to the state of the art in industrial plants (see the German TA–Luft)	– 4.7 % NO <sub>x</sub>
5. Increased encouragement of combined goods traffic (rail & road)	– 3.8 % NO <sub>x</sub>
6. Speed limits for cars (80/100), trucks and busses (60/80)	– 3 to – 6 % NO <sub>x</sub>
7. Utilization of the energy conservation potential in industry	– 2.6 % NO <sub>x</sub>

## – Volatile Organic Compounds (VOC)

<i>Measure</i>	<i>Estimated amount of emission reduction after full implementation of the measure relative to the total emissions of 1985 (393,000 t VOC)</i>
1. Technical and emission test for small-scale firing installations, complete replacement of all old installations (Increased use of district heating as well as utilization of the energy conservation potential in small-scale firing installations considerably contribute to VOC–reduction)	– 12.7 % VOC
2. Ordinance on solvents applicable to detergents, car polish and cosmetics	– 5.1 % VOC
3. Biological filters and gas utilization in sewage treatment plants	– 5.1 % VOC
4. Adoption of the US–1996–emission standards for passenger cars from 1996 onwards	– 2.9 % VOC
5. Ban on outdoor burning of straw in all Austrian provinces	– 2.5 % VOC
6. Emission reduction according to the state of the art in industrial plants (see the German TA–Luft)	– 2.0 % VOC
7. Emission standards for agricultural motor vehicles (similar to the truck emission standards valid from the first of October 1991)	– 1.5 % VOC
8. Measures related to the organization of traffic, i.e. traffic-cutting measures and measures designed to improve traffic flow (car parking management, entrance fees to cities, park and ride, etc.)	– 1.4 % VOC
9. Onboard refueling control systems	– 1.3 % VOC

– **Measures which can be implemented within a short time and which show immediate effects**

Only in the fields of traffic and outdoor straw burning there are measures which can be implemented within a short time

and which lead to an immediate reduction in ozone precursor substances:

<i>Measure</i>	<i>Estimated amount of emission reduction after full implementation of the measure relative to the total emissions of 1985 (233,000 t NO<sub>x</sub>, 393,000 t VOC)</i>
<i>Speed limits for cars (80/100 km/h), as well as for trucks and busses (60/80 km/h)</i>	<i>– 3 to – 6 % NO<sub>x</sub></i>
<i>Fiscal incentives for public transport systems (eg. eco-credits, elevated mineral oil tax, etc.) leading to an estimated increase of specific costs of cars per km by 10 %</i>	<i>– 1.0 % NO<sub>x</sub> – 0.8 % VOC</i>
<i>One car-free day a week (estimated reduction in mileage: 4 %)</i>	<i>– 0.8 % NO<sub>x</sub> – 0.7 % VOC</i>
<i>Ban on outdoor burning of straw in all Austrian provinces</i>	<i>– 2.5 % VOC</i>

**Inhaltsübersicht**

<b>1</b>	<b>Zusammensetzung des Arbeitskreises "Ozonstrategie</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Reduktionsziel für Ozonvorläufersubstanzen</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Teil 1: Wirksamkeit möglicher Maßnahmen zur Reduktion der Emission von Ozonvorläufersubstanzen</b> .....	<b>9</b>
	Mineralölkette .....	11
	Kfz-Verkehr .....	12
	Industrie .....	21
	Kraft- und Heizwerke .....	23
	Kleinfeuerungsanlagen .....	25
	Sonstiges .....	27
<b>5</b>	<b>Teil 2: Emissionsentwicklung bei Ozonvorläufersubstanzen bis zum Jahr 2010 aufgrund bereits gesetzter Maßnahmen</b>	<b>29</b>
	Allgemeines .....	31
	NO <sub>x</sub> -Emissionen 1988 in Österreich .....	37
	VOC-Emissionen 1988 in Österreich .....	38
	Emissionsentwicklung bis 2010, Graphiken .....	39
	Emissionsentwicklung bis 2010, Tabellen .....	43
	Grundlagen für die Berechnung der Emissionsentwicklung .....	53
<b>6</b>	<b>Literatur- und Unterlagenverzeichnis</b> .....	<b>59</b>



## 1 ZUSAMMENSETZUNG DES ARBEITSKREISES "OZONSTRATEGIE"

### Zusammenstellung und fachliche Koordination:

- o Dipl.Ing. Dr. Berthold BERGER  
(Umweltbundesamt, Abt. Umwelttechnologie)
- o Dr. Klaus RADUNSKY  
(Umweltbundesamt, Abt. Lufthygiene)

### Mitwirkende am Arbeitskreis:

- o Univ.Prof. Dipl.Ing. Dr. Albert HACKL  
(Institut für Verfahrenstechnik, Brennstofftechnik und Umwelt-  
technik, Technische Universität Wien)
- o Dipl.Ing. Peter KOHOUTEK  
(Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Kraftfahrzeugbau,  
Technische Universität Wien)
- o Dr. Erich OBER  
(Umwelt- und Wasserwirtschaftsfonds)
- o Univ.Ass. Dipl.Ing. Dr. Ernst PUCHER  
(Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Kraftfahrzeugbau,  
Technische Universität Wien)
- o Univ.Doiz. Dr. Hans PUXBAUM  
(Institut für analytische Chemie, Technische Universität Wien)
- o Univ.Ass. Dr. Joseph SCHOPF  
(Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Technische  
Universität Wien)

### Mitarbeiter des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie:

- o Dr. Herbert AICHINGER (II/7)
- o Dipl.Ing. Fridolin ALTMANN (I/4)
- o Dipl.Ing. Wolfgang MATTES (I/1)
- o Dr. Renate CHRIST (I/1)
- o Dipl.Ing. Gerhard SIGMUND (I/1)
- o Franz WITTMANN (I/1)
- o Dr. Barbara KIESZWETTER (I/1)
- o Dr. Thomas JACKL (II/6)
- o Dr. Raimund QUINT (II/7)
- o DDr. Dorith BREINDL (II/9)



## 2 EINLEITUNG

Anfang Juli 1991 wurde das Umweltbundesamt von Frau Bundesministerin Dkfm. Ruth Feldgrill-Zankel beauftragt, eine quantifizierende Darstellung der Hauptverursacher von Ozonvorläufersubstanzen in Österreich durchzuführen, sowie mögliche Maßnahmen in ihrem Reduktionspotential abzuschätzen. Insbesondere sollte dabei der im Juni 1991 vom Ministerrat angenommene "nationale Maßnahmenkatalog zur Verminderung der Vorläufersubstanzen für die Ozonanreicherung in bodennahen Luftschichten" berücksichtigt werden.

In der Folge wurde unter der fachlichen Koordination des Umweltbundesamtes im Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie ein Arbeitskreis "Ozonstrategie" eingerichtet, an dem Wissenschaftler und Experten der Technischen Universität Wien, des Umwelt- und Wasserwirtschaftsfonds, sowie Mitarbeiter des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie teilnahmen. Innerhalb von zwei Monaten wurde von diesem Arbeitskreis eine Abschätzung der möglichen Emissionsentwicklung in den nächsten zwei Jahrzehnten bei unverändertem legislatischen Stand durchgeführt, sowie Reduktionsmaßnahmen in ihrem Minderungspotential quantifiziert.

Der nun vorliegende Bericht kann aufgrund der knappen zur Verfügung stehenden Zeitspanne und aufgrund der teilweise noch sehr unsicheren Datenlage nicht als wissenschaftliche Studie betrachtet werden.

Der Bericht ist jedoch geeignet, die Emissionsminderung, die durch die in den letzten Jahren bereits gesetzten Maßnahmen erreicht werden wird, größenordnungsmäßig wiederzugeben.

Die Abschätzung der Reduktionspotentiale von weitergehenden Maßnahmen ist als Hilfe für die Umsetzung des "nationalen Maßnahmenkatalogs" zur Erreichung der gesetzten Reduktionsziele gedacht.





### 3 REDUKTIONSZIEL FÜR OZONVORLÄUFERSUBSTANZEN<sup>19)</sup>

#### 3.1. Nationale Reduktionsmaßnahmen

Der Arbeitskreis "Ozonstrategie" schlägt folgende zeitlich abgestufte Zielwerte zur Reduktion der Ozonvorläufersubstanzen vor:

Reduktion von NO<sub>x</sub> bis 1996 um 40 %  
Reduktion von NO<sub>x</sub> bis 2001 um 60 %  
Reduktion von NO<sub>x</sub> bis 2006 um 70 %

Reduktion von VOC bis 1996 um 40 %  
Reduktion von VOC bis 2001 um 60 %  
Reduktion von VOC bis 2006 um 70 %

bezogen auf die Emissionen des Jahres 1985

(1985 wurde gewählt, da in diesem Jahr beide Schadstoffgruppen ein hohes Emissionsniveau aufwiesen, außerdem kann dieses Jahr als Referenzjahr für die 30 %ige Reduktion nach der Deklaration des NO<sub>x</sub>-Protokolls von Sophia herangezogen werden.)

Reduktionsziele NO<sub>x</sub> (Angaben in 1000 t NO<sub>x</sub>, angegeben als NO<sub>2</sub>):

Basiswert 1985	Zielwert 1996	Zielwert 2001	Zielwert 2006
233	140	93	70

Reduktionsziele VOC (Angaben in 1000 t VOC):

Basiswert 1985	Zielwert 1996	Zielwert 2001	Zielwert 2006
393	236	157	118

### 3.2. Begründung für das Ausmaß der Reduktionsziele

#### A) Reduktion der Ozonbelastung

Während großräumiger Ozonepisoden in Europa liegt die in Österreich auftretende Ozonbelastung durch Ferntransport im Bereich von 80 - 100 ppb, im Wiener Becken bis 120 ppb. Zusätzlich werden durch lokale und regionale Ozonbildungsvorgänge Zusatzbelastungen von 10 - 60 ppb verursacht, dadurch treten bei Ozonepisoden leeseitig von Ballungsräumen lokale Spitzenbelastungen im Bereich von 120 - 180 ppb auf.

Aufgrund der wirkungsbezogenen Warnwerte für Ozon (ÖAW 1989<sup>20</sup>), von 100 ppb ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) als Vorwarnwert, 150 ppb ( $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) als erste Warnstufe und 200 ppb ( $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) als zweite Warnstufe sollen Reduktionsmaßnahmen darauf abzielen, die Überschreitungshäufigkeiten für das Auftreten der oben genannten Warnwerte in den Abgasfahnen der Ballungsgebiete abzusenken.

Eine Wirksamkeit nationaler Maßnahmen zur Reduktion der Ozonvorläufersubstanzen hinsichtlich eines absenkenden Effektes auf die Ozonkonzentration kann nach dem gegenwärtigen Wissensstand nur für den erhöhten Immissionsbereich im Lee der Ballungsgebiete erwartet werden. Bei zunehmenden Reduktionen der Vorläufersubstanzen in den Nachbarstaaten bzw. in ganz Europa werden die nationalen Maßnahmen auch zunehmend wirksamer, wobei es nach Modellvorhersagen möglich sein sollte, eine Immissionsbelastung von 100 ppb Ozon in Europa generell zu vermeiden.

Eine Vermeidung der Überschreitung des Vorsorgegrenzwertes von 60 ppb ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in Österreich bzw. in Europa kann nach Ergebnissen von Modellrechnungen weder durch nationale noch durch gesamteuropäische Maßnahmen erreicht werden, da 60 ppb im Sommer in

der nördlichen Hemisphäre als Hintergrundbelastung in der gesamten freien Troposphäre vorliegen. Die Absenkung dieser Hintergrundbelastung ist vorwiegend durch globale (hemisphärische) Maßnahmen zu erreichen, wobei vor allem  $\text{NO}_x$ -, aber auch CO- und Methanemissionen abgesenkt werden müssen. Allerdings ist die Modellierung von Ozon in der freien Troposphäre noch mit großen Unsicherheiten behaftet, sodaß - im günstigen Fall - es doch denkbar wäre, daß die Hintergrundbelastung von Ozon über Europa bei massiven Reduktionen der Vorläufersubstanzen in Europa etwas abgesenkt werden kann.

Im folgenden werden die erwarteten Auswirkungen von nationalen und gesamteuropäischen Maßnahmen zusammengefaßt:

### 3.3. Auswirkungen der Absenkung von Ozonvorläufersubstanzen in Österreich und Europa auf die Ozonsituation in Österreich

#### A) Senkung von $\text{NO}_x$ und VOC um 40 % in Österreich

Senkung der Ozonbelastungsspitzen leeseitig von Ballungsgebieten um 15 - 20 % (deutliche Verringerung der Möglichkeit des Überschreitens von 150 ppb Ozon in der Abgasfahne von Wien).

#### B) Senkung von $\text{NO}_x$ und VOC um 60 % in Österreich

Senkung der Ozonbelastungsspitzen leeseitig von Ballungsgebieten um 20 - 30 % (Vermeidung des Erreichens von 150 ppb Ozon in der Abgasfahne von Wien). Verringerung der Häufigkeit des Überschreitens von 100 ppb Ozon in Abgasfahnen von Ballungsgebieten.

**C) Senkung von NO<sub>x</sub> und VOC um 70 % in Österreich**

Senkung der Ozonbelastungsspitzen leeseitig von Ballungsgebieten um 25 - 35 %. Weitere Verringerung der Häufigkeit des Überschreitens von 100 ppb Ozon in Abgasfahnen von Ballungsgebieten.

**AA) Senkung von NO<sub>x</sub> und VOC um 40 % in Europa (einschließlich Österreich)**

Großräumige Senkung der Belastungsspitzen von Ozon in Österreich um 15 - 20 %. Senkung der Häufigkeit des Überschreitens von 100 ppb Ozon während Ozonepisoden in ganz Österreich.

**BB) Senkung von NO<sub>x</sub> und VOC um 60 % in Europa (einschließlich Österreich)**

Großräumige Senkung der Belastungsspitzen von Ozon in Österreich um 20 - 30 %. Wahrscheinlich Vermeidung des Überschreitens von 100 ppb Ozon in weiten Teilen Österreichs.

**CC) Senkung von NO<sub>x</sub> und VOC um 70 % in Europa (einschließlich Österreich)**

Großräumige Senkung der Belastungsspitzen von Ozon in Österreich um 25 - 35 %. Vermeidung des Überschreitens von 100 ppb Ozon in ganz Österreich.

4 TEIL 1

**Wirksamkeit möglicher Maßnahmen zur Reduktion der Emission von Ozonvorläufersubstanzen:**

**Tabellarische Übersicht über die von den Arbeitskreis-Mitarbeitern durchgeführte Quantifizierung von möglichen Reduktionsmaßnahmen, insbesondere der Maßnahmen, die im "nationalen Maßnahmenkatalog zur Verminderung der Vorläufersubstanzen für die Ozonanreicherung in bodennahen Luftschichten" aufgelistet sind**



**Tabelle 1: Quantifizierung von Maßnahmen zur Reduktion der Ozonvorläufersubstanzen NO<sub>x</sub> (Stickstoffoxide) und VOC (flüchtige organische Verbindungen), die über den derzeitigen (legistischen) Stand hinausgehen**

**WICHTIG: Die Maßnahmen überschneiden sich teilweise, daher sind die hier angegebenen Reduktionspotentiale nicht additiv zu betrachten!**

**MINERALÖLKETTE**

Maßnahme	Emissionsminderung bezogen auf Gesamtemissionen des Jahres 1985 (233.000 t NO <sub>x</sub> , 393.000 t VOC)	Emissionsminderung bezogen auf Emissionen der Mineralölkette des Jahres 1988 (17.570 t VOC)	Emissionsminderung in Tonnen	ungefähre Dauer der Umsetzung nach Inkrafttreten und/oder Beginn der Maßnahme (in Jahren, ca.)	Berechnung/Abschätzung durch
* Erdölförderung (Schwimmdach-Tanks)	- 0,18 % VOC	- 4,1 % VOC	720 t VOC	5	Örzs, 1991 <sup>1)</sup>
* Erdgasförderung (Dichtungen)	- 0,05 % VOC	- 1,2 % VOC	208 t VOC	10	Örzs, 1991 <sup>1)</sup>
* Erdgasverteilung (Dichtungstechnik)	- 0,3 % VOC	- 6,8 % VOC	1.200 t VOC	20	Örzs, 1991 <sup>1)</sup>
* Raffinerie Schwechat:					
- Verbesserungen im Bereich Ölabscheider und Lagertanks	- 0,13 % VOC	- 2,8 % VOC	470-520 t VOC	2 - 3	Hackl/ TU Wien <sup>2)</sup>
- Komplette Emissionsreduktion nach dem Stand der Technik	- 0,5 % VOC	- 11,4 % VOC	2.000 t VOC	10	Örzs, 1991 <sup>1)</sup>
* Gaspendelleitungen für ortsfeste Kraftstoffbehälter, inkl. Dampfdruckführung (Tankstellenbefüllung)	- 0,5 % VOC	- 10,5 % VOC	1.850 t VOC	5	Örzs, 1991 <sup>1)</sup>
* Gaspendelleitungen für Betankung der KFZ	- 0,8 % VOC	- 17 % VOC	2.840-3.120 t VOC	3 - 5	Hackl/ TU Wien <sup>2)</sup>

Tabelle 1 Fortsetzung

KFZ-VERKEHR

In der Studie "Energiesparpotentiale in Österreich" wurde für den KFZ-Verkehr das durch ein rein organisatorisch-fiskalisches Maßnahmenpaket nutzbare Energieeinsparpotential berechnet. Die in diesem Paket eingesetzten Maßnahmen beinhalten die im nationalen Maßnahmenkatalog zur Reduktion der Ozonvorläufersubstanzen aufgelisteten, organisatorisch-fiskalischen Maßnahmen:

A.II.4: Veränderung des Verhältnisses Privatverkehr/Öffentlicher Verkehr, A.II.5: Limitierung und schrittweise Reduzierung des Transit-LKW-Verkehrs, B.I.: Fiskalische Lenkungsmaßnahmen, Tempolimit, Kostenwahrheit im Straßenverkehr sowie unter C.I. genannte strukturelle Maßnahmen im Verkehrsbereich. Es wurden in diesem Paket jedoch noch darüber hinausgehende weitere Maßnahmen angenommen. Eine genaue Aufschlüsselung der für diese Berechnung zugrundegelegten Maßnahmen erfolgt in der Studie "Energiesparpotentiale für Österreich", die voraussichtlich im September 1991 fertiggestellt wird.

Gegenüber einem unkontrollierten Verkehrszuwachs (Fahrleistungszuwachs von 1987 bis 2000 25 - 35 %) könnten die Fahrleistungen durch dieses Maßnahmenpaket bis zum Jahr 2000 um ca. 20 - 30 % reduziert werden, sodaß der effektive Fahrleistungszuwachs von 1987 bis 2000 nur 0 - 10 % betragen würde. (Schopf/TU Wien<sup>4)</sup>)

QUANTIFIZIERUNG VON EINZELMASSNAHMEN BEIM KFZ-VERKEHR

Maßnahme	Emissionsminderung bezogen auf Gesamtemissionen des Jahres 1985 (233.000 t NO <sub>x</sub> , 393.000 t VOC)	Emissionsminderung bezogen auf KFZ-Verkehrsemissionen des Jahres 1985 (151.000 t NO <sub>x</sub> , 145.000 t VOC)	Emissionsminderung in Tonnen	ungefähre Dauer der Umsetzung nach Inkrafttreten und/oder Beginn der Maßnahme (in Jahren, ca.)	Berechnung/Abschätzung durch
* Fortlaufende Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für PKW und LKW nach dem jeweiligen Stand der Technik: Vorschreibung der US-1996-Grenzwerte für PKW ab 1996 (Red. bis 2006)	- 4,8 % NO <sub>x</sub> - 2,9 % VOC	- 7,4 % NO <sub>x</sub> - 7,9 % VOC	11.200 t NO <sub>x</sub> 11.400 t VOC	10 10	Fucher/ Kohoutek/ TU Wien <sup>3)</sup>



Tabelle 1 Fortsetzung

KFZ-VERKEHR

Maßnahme	Emissions- minderung bezogen auf Gesamtemis- sionen des Jahres 1985 (233.000 t NO <sub>x</sub> , 393.000 t VOC)	Emissions- minderung bezogen auf KFZ-Ver- kehrsemis- sionen des Jahres 1985 (151.000 t NO <sub>x</sub> , 145.000 t VOC)	Emissionsminderung in Tonnen	ungefähre Dauer der Umsetzung nach In- krafttreten und/oder Beginn der Maßnahme (in Jahren, ca.)	Berechnung/ Abschätzung durch
* Vorschreibung von folgenden Grenzwerten für LKW ab 1994: NOx: 6,3 g/kWh HC: 0,7 g/kWh (Red. bis <u>1996</u> )					
Zum Vergleich die LKW-Grenzwerte ab 1.10.1991: NOx: 9 g/kWh, HC: 1,23 g/kWh					
(Red. bis <u>1996</u> )	- 1,9 % NO <sub>x</sub> - 0,03 % VOC	- 3 % NO <sub>x</sub> - 0,1 % VOC	4.500 t NO <sub>x</sub> 140 t VOC	10 10	- " - <sup>3)</sup>
(Red. bis <u>2006</u> )	- 9,7 % NO <sub>x</sub> - 0,1 % VOC	- 14,9 % NO <sub>x</sub> - 0,2 % VOC	22.500 t NO <sub>x</sub> 280 t VOC	10 10	- " -
* Vorschreibung von Abgasgrenzwerten (wie für LKW ab 1.10.1991) für landwirtschaftliche Kraftfahrzeuge ab 1993					
(Red. bis <u>1996</u> )	- 0,9 % NO <sub>x</sub> - 0,7 % VOC	- 1,5 % NO <sub>x</sub> - 1,9 % VOC	2.200 t NO <sub>x</sub> 2.800 t VOC	10 - 15	Pucher/ Kohoutek/ TU Wien <sup>3)</sup>
(Red. bis <u>2006</u> )	- 1,9 % NO <sub>x</sub> - 1,5 % VOC	- 3 % NO <sub>x</sub> - 3,9 % VOC	4.500 t NO <sub>x</sub> 5.700 t VOC		- " -

Tabelle 1 Fortsetzung

KFZ-VERKEHR

Maßnahme	Emissions- minderung bezogen auf Gesamtemis- sionen des Jahres 1985 (233.000 t NO <sub>x</sub> , 393.000 t VOC)	Emissions- minderung bezogen auf KFZ-Ver- kehrsemis- sionen des Jahres 1985 (151.000 t NO <sub>x</sub> , 145.000 t VOC)	Emissionsminderung in Tonnen	ungefähre Dauer der Umsetzung nach In- krafttreten und/oder Beginn der Maßnahme (in Jahren, ca.)	Berechnung/ Abschätzung durch
<p>* Maßnahmen zur Verflü- sigung und Beruhigung des Verkehrs bei be- stehendem Straßen- netz- und Park- platzangebot, wo- bei durch organi- satorische Maßnah- men (u.a. Road- pricing, Parkraum- bewirtschaftung, etc.) die Verkehrs- menge zumindest konstant gehalten werden muß</p>					
(Red. bis <u>1996</u> )	- 4,8 % NO <sub>x</sub> - 1,4 % VOC	- 7,4 % NO <sub>x</sub> - 3,9 % VOC	11.200 t NO <sub>x</sub> 5.700 t VOC	2 - 5	Pucher/ Kohoutek/ TU Wien <sup>3)</sup>
(Red. bis <u>2006</u> )	- 2,9 % NO <sub>x</sub> - 1,4 % VOC	- 4,4 % NO <sub>x</sub> - 3,9 % VOC	6.700 t NO <sub>x</sub> 5.700 t VOC	- " -	- " -
<p>* Ende der Wieder- zulassung von Ge- brauchtswagen ab 1995, die den US- Standards 1983 nicht entsprechen</p>					
(Red. bis <u>1996</u> )	- 0,4 % NO <sub>x</sub> - 0,1 % VOC	- 0,7 % NO <sub>x</sub> - 0,4 % VOC	1.100 t NO <sub>x</sub> 570 t VOC		Pucher/ Kohoutek/ TU Wien <sup>3)</sup>

Tabelle 1 Fortsetzung

KFZ-VERKEHR

Maßnahme	Emissions- minderung bezogen auf Gesamtemis- sionen des Jahres 1985 (233.000 t NO <sub>x</sub> , 393.000 t VOC)	Emissions- minderung bezogen auf KFZ-Ver- kehrsemis- sionen des Jahres 1985 (151.000 t NO <sub>x</sub> , 145.000 t VOC)	Emissionsminderung in Tonnen	ungefähre Dauer der Umsetzung nach In- krafttreten und/oder Beginn der Maßnahme (in Jahren, ca.)	Berechnung/ Abschätzung durch
* Tempolimit 100/80 km/h für PKW: Ein Tempolimit wirkt einerseits rein technisch durch geringere spezifische Emis- sionen, anderer- seits durch eine Absenkung der Fahrleistungen wegen Konstant- haltung des Zeit- budgets.					
a) rein technische Reduktion bezogen auf <u>1996</u>	- 1 % NO <sub>x</sub>	- 1,5 % NO <sub>x</sub>	2.300 t NO <sub>x</sub>	0	Pucher/ Kohoutek/ TU Wien <sup>3)</sup> und Schopf/ TU Wien <sup>4)</sup>
bezogen auf <u>2006</u>	- 0,5 % NO <sub>x</sub>	- 0,8 % NO <sub>x</sub>	1.200 t NO <sub>x</sub>		Schopf/ TU Wien <sup>4)</sup>
b) technische Re- duktion + Reduk- tion der Fahr- leistungen bezogen auf <u>1992</u>	- 3,2 % NO <sub>x</sub>	- 5 % NO <sub>x</sub>	7.500 t NO <sub>x</sub>	0	Schopf/ TU Wien <sup>4)</sup>
bezogen auf <u>1996</u>	- 1,8 % NO <sub>x</sub>	- 2,8 % NO <sub>x</sub>	4.200 t NO <sub>x</sub>		- " -
bezogen auf <u>2006</u>	- 1,2 % NO <sub>x</sub>	- 1,8 % NO <sub>x</sub>	2.800 t NO <sub>x</sub>		- " -

Tabelle 1 Fortsetzung

KFZ-VERKEHR

Maßnahme	Emissionsminderung bezogen auf Gesamtemissionen des Jahres 1985 (233.000 t NO <sub>x</sub> , 393.000 t VOC)	Emissionsminderung bezogen auf KFZ-Verkehrsemissionen des Jahres 1985 (151.000 t NO <sub>x</sub> , 145.000 t VOC)	Emissionsminderung in Tonnen	ungefähre Dauer der Umsetzung nach Inkrafttreten und/oder Beginn der Maßnahme (in Jahren, ca.)	Berechnung/ Abschätzung durch
* Tempolimit 60/80 km/h für LKW und Busse					Reduktionspotential ist vorhanden, kann jedoch derzeit aufgrund mangelnder Untersuchungen nicht quantifiziert werden; größenordnungsmäßig ist die Emissionsverringerung zumindest so groß wie bei einem PKW-Tempolimit
* Absoluter Investitionsvorrang beim Ausbau der Schiene gegenüber der Straße, Gesamtfahrleistung Bahn + KFZ steigt durch den Umlageverkehr. Durch die Schiene wird wahrscheinlich beim Transit nur der jährliche Güterzuwachs aufgefangen werden können:					
Beim PKW:					
Red. bis <u>1996</u>	- 1 % NO <sub>x</sub> - 0,4 % VOC	- 1,5 % NO <sub>x</sub> - 1 % VOC	2.300 t NO <sub>x</sub> 1.400 t VOC	5 - 10	Fucher/ Kohoutek/ TU Wien <sup>3)</sup>
Red. bis <u>2006</u>		wie für 1996			
Beim LKW:					
Red. bis <u>1996</u>	- 1 % NO <sub>x</sub> - 0,1 % VOC	- 1,5 % NO <sub>x</sub> - 0,2 % VOC	2.300 t NO <sub>x</sub> 290 t VOC	5 - 10	- " -
Red. bis <u>2006</u>	- 1,9 % NO <sub>x</sub> - 0,4 % VOC	- 3 % NO <sub>x</sub> - 1 % VOC	4.500 t NO <sub>x</sub> 1.400 t VOC		- " -

Tabelle 1 Fortsetzung

KFZ-VERKEHR

Maßnahme	Emissions- minderung bezogen auf Gesantemis- sionen des Jahres 1985 (233.000 t NO <sub>x</sub> , 393.000 t VOC)	Emissions- minderung bezogen auf KFZ-Ver- kehrsemis- sionen des Jahres 1985 (151.000 t NO <sub>x</sub> , 145.000 t VOC)	Emissionsminderung in Tonnen	ungefähre Dauer der Umsetzung nach In- krafttreten und/oder Beginn der Maßnahme (in Jahren, ca.)	Berechnung/ Abschätzung durch
<p>* Fiskalische Maß- nahmen zur Förde- rung des schienen- gebundenen Güter- verkehrs (z.B. leistungsabhängige Schwerverkehrsabga- be mit emissionsab- hängigem Zuschlag, Erhöhung der Mine- ralölsteuer, etc.)</p>					
(Red. bis <u>1996</u> )	- 1 ‰ NO <sub>x</sub> - 0,1 ‰ VOC	- 1,5 ‰ NO <sub>x</sub> - 0,4 ‰ VOC	2.300 t NO <sub>x</sub> 570 t VOC	0	Pucher/ Kohoutek/ TU Wien <sup>3)</sup>
(Red. bis <u>2006</u> )	- 1,9 ‰ NO <sub>x</sub> - 0,1 ‰ VOC	- 3 ‰ NO <sub>x</sub> - 0,4 ‰ VOC	4.500 t NO <sub>x</sub> 570 t VOC	- " -	
<p>* Fiskalische Maß- nahmen zur Favori- sierung des öffent- lichen Verkehrs ge- genüber dem Indi- vidualverkehr (z.B. ÖKO-Bonus wie in der Schweiz geplant, Mineral- ölsteuererhöhung, etc.):</p>					

Tabelle 1 Fortsetzung

KFZ-VERKEHR

Maßnahme	Emissions- minderung bezogen auf Gesamtemis- sionen des Jahres 1985 (233.000 t NO <sub>x</sub> , 393.000 t VOC)	Emissions- minderung bezogen auf KFZ-Ver- kehrsemis- sionen des Jahres 1985 (151.000 t NO <sub>x</sub> , 145.000 t VOC)	Emissionsminderung in Tonnen	ungefähre Dauer der Umsetzung nach In- krafttreten und/oder Beginn der Maßnahme (in Jahren, ca.)	Berechnung/ Abschätzung durch
<p>* Diese Maßnahme wird von zwei Instituten der TU Wien unterschiedlich beurteilt. Das Inst. für Verbrennungskraftmaschinen schreibt dieser Maßnahme kein wesentliches Reduktionspotential zu. Das Inst. für Verkehrsplanung hat bei einer Erhöhung der spezifischen Kilometerkosten bei PKW um 10 % ein Reduktionspotential der Fahrleistungen von 3 - 6 % berechnet (für die Quantifizierung wurden hier 4 % angenommen):</p>					
bezogen auf <u>1992</u>	- 1 % NO <sub>x</sub> - 0,8 % VOC	- 1,5 % NO <sub>x</sub> - 2 % VOC	2.200 t NO <sub>x</sub> 3.000 t VOC	0	Schopf/ TU Wien <sup>4)</sup>
bezogen auf <u>1996</u>	- 0,6 % NO <sub>x</sub> - 0,5 % VOC	- 1 % NO <sub>x</sub> - 1,3 % VOC	1.500 t NO <sub>x</sub> 1.900 t VOC		- " -
bezogen auf <u>2006</u>	- 0,4 % NO <sub>x</sub> - 0,3 % VOC	- 0,7 % NO <sub>x</sub> - 0,9 % VOC	1.000 t NO <sub>x</sub> 1.300 t VOC		- " -

Tabelle 1 Fortsetzung

KFZ-VERKEHR

Maßnahme	Emissions- minderung bezogen auf Gesamtemis- sionen des Jahres 1985 (233.000 t NO <sub>x</sub> , 393.000 t VOC)	Emissions- minderung bezogen auf KFZ-Ver- kehrsemis- sionen des Jahres 1985 (151.000 t NO <sub>x</sub> , 145.000 t VOC)	Emissionsminderung in Tonnen	ungefähre Dauer der Umsetzung nach In- krafttreten und/oder Beginn der Maßnahme (in Jahren, ca.)	Berechnung/ Abschätzung durch
<hr/>					
* Erweiterung des LKW-Nachtfahrverbots					
(Red. bis <u>1996</u> )	- 1 % NO <sub>x</sub> - 0,1 % VOC	- 1,5 % NO <sub>x</sub> - 0,3 % VOC	2.300 t NO <sub>x</sub> 290 t VOC	0	Pucher/ Kohoutek/ TU Wien <sup>3)</sup>
(Red. bis <u>2006</u> )	wie für 1996				
* Vermehrte Förderung des kombinierten Güterverkehrs					
(Red. bis <u>1996</u> )	- 1 % NO <sub>x</sub> - 0,05 % VOC	- 1,5 % NO <sub>x</sub> - 0,1 % VOC	2.300 t NO <sub>x</sub> 145 t VOC	2 - 5	Pucher/ Kohoutek/ TU Wien <sup>3)</sup>
(Red. bis <u>2006</u> )	- 3,8 % NO <sub>x</sub> - 0,05 % VOC	- 6 % NO <sub>x</sub> - 0,1 % VOC	9.000 t NO <sub>x</sub> 145 t VOC		- " -
* Ein autofreier Tag pro Woche für PKW (angenommene Reduktion der Fahrleistungen um 4 %)					
(Red. bis <u>1992</u> )	- 0,8 % NO <sub>x</sub> - 0,7 % VOC	- 1,3 % NO <sub>x</sub> - 1,8 % VOC	2.000 t NO <sub>x</sub> 2.600 t VOC	0	Berger/UBA <sup>5)</sup>
(Red. bis <u>1996</u> )	- 0,6 % NO <sub>x</sub> - 0,5 % VOC	- 0,9 % NO <sub>x</sub> - 1,2 % VOC	1.300 t NO <sub>x</sub> 1.800 t VOC		- " -
(Red. bis <u>2006</u> )	- 0,4 % NO <sub>x</sub> - 0,4 % VOC	- 0,7 % NO <sub>x</sub> - 1 % VOC	1.000 t NO <sub>x</sub> 1.500 t VOC		- " -

Tabelle 1 Fortsetzung

KFZ-VERKEHR

Maßnahme	Emissions- minderung bezogen auf Gesamtemis- sionen des Jahres 1985 (233.000 t NO <sub>x</sub> , 393.000 t VOC)	Emissions- minderung bezogen auf KFZ-Ver- kehrsemis- sionen des Jahres 1985 (151.000 t NO <sub>x</sub> , 145.000 t VOC)	Emissionsminderung in Tonnen	ungefähre Dauer der Umsetzung nach In- krafttreten und/oder Beginn der Maßnahme (in Jahren, ca.)	Berechnung/ Abschätzung durch
* KFZ-freie Bal- lungsräume					Reduktionspotential vorhanden, eine Quanti- fizierung konnte jedoch in diesem Arbeits- kreis in der kurzen Zeit nicht durchgeführt werden (Forschungsbedarf!)



Tabelle 1 Fortsetzung

INDUSTRIE

	Emissions- minderung bezogen auf Gesamtemis- sionen des Jahres 1985 (233.000 t NO <sub>x</sub> , 393.000 t VOC)	Emissions- minderung bezogen auf Industrie- emissionen des Jahres 1988: 42.200 t NO <sub>x</sub> , aus Prozessen: 10.530 t VOC)	Emissionsminderung in Tonnen	ungefähre Dauer der Umsetzung nach In- krafttreten und/oder Beginn der Maßnahme (in Jahren, ca.)	Berechnung/ Abschätzung durch
* Anpassung der Grenzwerte des LRGK und der LRVK an den Stand der Technik für Alt- und Neuan- lagen, Reduktion bei Industrie-Dampf- kessel mit einer BWL $\geq$ 50 MW	- 1,5 % NO <sub>x</sub>	- 8,3 % NO <sub>x</sub>	3.500 t NO <sub>x</sub>	8	Radunsky/UBA <sup>6)</sup>
* Emissionsminderung nach dem Stand der Technik bei indu- striellen Anlagen, die nicht dem LRGK oder der LRVK unterliegen	- 4,7 % NO <sub>x</sub> - 2 % VOC	- 26 % NO <sub>x</sub> - 74 % VOC	10.800 t NO <sub>x</sub> 7.800 t VOC	6 6	Berger/UBA <sup>9)</sup> ÖFZS, 1991 <sup>1)</sup> und Berger/UBA <sup>9)</sup>
* Förderung des ÖKO-Fonds von Projekten zur Minderung von VOC	- 1,3 % VOC	- 28 % VOC	3.000 t VOC	5	Ober/ÖKO- Fonds <sup>7)</sup> (läuft ab 1991)

Tabelle 1 Fortsetzung

INDUSTRIE

	Emissions- minderung bezogen auf Gesamtemis- sionen des Jahres 1985 (233.000 t NO <sub>x</sub> , 393.000 t VOC)	Emissions- minderung bezogen auf Industrie- emissionen des Jahres 1988: 42.200 t NO <sub>x</sub> , aus Prozessen: 10.530 t VOC)	Emissionsminderung in Tonnen	ungefähre Dauer der Umsetzung nach In- krafttreten und/oder Beginn der Maßnahme (in Jahren, ca.)	Berechnung/ Abschätzung durch
* Förderung des ÖKO-Fonds von NO <sub>x</sub> -armen Abgas- reinigungsverfahren	- 0,4 % NO <sub>x</sub>	- 2,4 % NO <sub>x</sub>	1.000 t NO <sub>x</sub>		Ober/ÖKO- Fonds <sup>7)</sup>
* Förderung des ÖKO-Fonds von Energieträger- umstellungen		- 0,4 % NO <sub>x</sub>	150 t NO <sub>x</sub>		Ober/ÖKO- Fonds <sup>7)</sup>
* Nutzung des Ener- giesparpotentials im Bereich Indu- strie	- 2,6 % NO <sub>x</sub>	- 14,2 % NO <sub>x</sub>	6.000 t NO <sub>x</sub>	10	Radunsky/UBA <sup>8)</sup>

Tabelle 1 Fortsetzung

KRAFT- UND HEIZWERKE

Maßnahme	Emissions- minderung bezogen auf Gesantemis- sionen des Jahres 1985 (233.000 t NO <sub>x</sub> , 393.000 t VOC)	Emissions- minderung bezogen auf Emissionen der Kraft- werke des Jahres 1988 (12.000 t NO <sub>x</sub> )	Emissionsminderung in Tonnen	ungefähre Dauer der Umsetzung nach In- krafttreten und/oder Beginn der Maßnahme (in Jahren, ca.)	Berechnung/ Abschätzung durch
* Anpassung der Grenzwerte des LRK und der LRVK an den Stand der Technik für Alt- und Neuan- lagen, Reduktion bei Dampfkessel mit einer BWL $\geq 50 \text{ MW}_{\text{th}}$	- 2,6 % NO <sub>x</sub>	- 50 % NO <sub>x</sub>	6.000 t NO <sub>x</sub>	8	Radunsky/UBA <sup>6)</sup>
* Nutzung des Ener- giesparpotentials im Bereich des Stromverbrauches zur Vermeidung eines prognostizierten Stromzuwachses von 33.000 GWh bis zum Jahr 2005 (Berech- nung des Reduktions- potentials unter der Annahme, daß dieser vermeidbare Strom- Mehrbedarf in kalo- rischen Kraftwerken nach dem derzeiti- gen Stand der Tech- nik erzeugt wird)	- 3 % NO <sub>x</sub>		7.000 t NO <sub>x</sub>		Radunsky/UBA <sup>8)</sup>

Tabelle 1 Fortsetzung

KRAFT- UND HEIZWERKE

Maßnahme	Emissions- minderung bezogen auf Gesamtemis- sionen des Jahres 1985 (233.000 t NO <sub>x</sub> , 393.000 t VOC)	Emissions- minderung bezogen auf Emissionen der Kraft- und Heiz- werke des Jahres 1988 (12.000 t NO <sub>x</sub> )	Emissionsminderung in Tonnen	ungefähre Dauer der Umsetzung nach In- krafttreten und/oder Beginn der Maßnahme (in Jahren, ca.)	Berechnung/ Abschätzung durch
* Bei Kapazitätser- weiterung der Strom- produktion Bevor- zugung der Wasser- kraftnutzung; An- nahme: Nutzung des rein theoretisch noch vorhandenen Wasserkraftpoten- tials in Österreich, Emissionseinsparung gegenüber einer Produktion dieser Strommenge in kalo- rischen Kraftwerken nach dem Stand der Technik			1.300 t NO <sub>x</sub> 130 t VOC		Radunsky/UBA <sup>8)</sup>

Tabelle 1 Fortsetzung

KLEINFEUERUNGSANLAGEN

Maßnahme	Emissions- minderung bezogen auf Gesantemis- sionen des Jahres 1985 (233.000 t NO <sub>x</sub> , 393.000 t VOC)	Emissions- minderung bezogen auf Emissionen der Klein- feuerungs- anlagen des Jahres 1988 (9.840 t NO <sub>x</sub> , 65.650 t VOC)	Emissionsminderung in Tonnen	ungefähre Dauer der Umsetzung nach In- krafttreten und/oder Beginn der Maßnahme (in Jahren, ca.)	Berechnung/ Abschätzung durch
* Typprüfung bei neuen Klein- feuerungsanlagen, kompletter Aus- tausch aller Alt- anlagen	- 0,9 % NO <sub>x</sub> - 12,7 % VOC	- 21 % NO <sub>x</sub> - 76 % VOC	2.100 t NO <sub>x</sub> 50.000 t VOC	20 - 30 20 - 30	Berger/UBA <sup>10)</sup> - " -
* Verstärkte Ab- wärmenutzung bei Kraftwerken und Industrieanlagen, verbunden mit ei- nem verstärkten Einsatz von Fern- und Nahwärme; Annahme: Versor- gung von rund einem Drittel al- ler Kleinverbrau- cher mit Fern- und Nahwärme	- 1,3 % NO <sub>x</sub> - 1,3 % VOC	- 30 % NO <sub>x</sub> - 7,6 % VOC	3.000 t NO <sub>x</sub> 5.000 t VOC	30	Radunsky/UBA <sup>8)</sup>
* Verstärkte Er- richtung von Nah- wärmezentralen, Substitution der Holzverbrennung in Kleinöfen im ländlichen Raum	- 3,8 % VOC	- 22,8 % VOC	15.000 t VOC	30	Radunsky/UBA <sup>8)</sup>

Tabelle 1 Fortsetzung

KLEINFEUERUNGSANLAGEN

Maßnahme	Emissions- minderung bezogen auf Gesamtemis- sionen des Jahres 1985 (233.000 t NO <sub>x</sub> , 393.000 t VOC)	Emissions- minderung bezogen auf Emissionen der Klein- feuerungs- anlagen des Jahres 1988 (9.840 t NO <sub>x</sub> , 65.650 t VOC)	Emissionsminderung in Tonnen	ungefähre Dauer der Umsetzung nach In- krafttreten und/oder Beginn der Maßnahme (in Jahren, ca.)	Berechnung/ Abschätzung durch
* Förderung bauli- cher Energiespar- maßnahmen; Annahme: Reduktion des Energiever- brauchs (exklusive Strom) beim Klein- abnehmer um 30 % bis 2005	- 1,3 % NO <sub>x</sub> - 3,8 % VOC	- 30 % NO <sub>x</sub> - 22,8 % VOC	3.000 t NO <sub>x</sub> 15.000 t VOC	15	Radunsky/UBA <sup>8)</sup>

Tabelle 1 Fortsetzung

SONSTIGES

Maßnahme	Emissionsminderung bezogen auf Gesamtemissionen des Jahres 1985 (233.000 t NO <sub>x</sub> , 393.000 t VOC)	Emissionsminderung in Tonnen	ungefähre Dauer der Umsetzung nach Inkrafttreten und/oder Beginn der Maßnahme (in Jahren, ca.)	Berechnung/Abschätzung durch
----------	---	------------------------------	--	------------------------------

LÖSUNGSMITTEL

Eine genaue Quantifizierung von Maßnahmen im Bereich Lösungsmittel, wie z.B. fiskalische Maßnahmen, ist derzeit aufgrund des ungenügenden Wissens über die tatsächliche Verteilung der Lösungsmittelemissionen praktisch unmöglich. In diesem Bereich besteht erheblicher Forschungsbedarf.

Auskunft:  
Aichinger/  
BMUJF

\* Nach vorsichtigen Rückschlüssen aus der schwedischen Situation, die bei den VOC-Emissionen der österreichischen vergleichbar ist, wäre durch eine zweite Lösungsmittelverordnung in den Bereichen Reinigungsmittel, Autopflege und Kosmetik folgendes Reduktionspotential möglich:

- 5,1 % VOC	20.000 t VOC	6	Aichinger/ BMUJF <sup>11)</sup>
-------------	--------------	---	------------------------------------

STROHVERBRENNUNG

\* Verbot der Strohverbrennung in ganz Österreich

- 2,5 % VOC	10.000 t VOC	0	ÖFZS, 1991 <sup>1)</sup>
-------------	--------------	---	--------------------------

Tabelle 1 Fortsetzung

SONSTIGES

<u>Maßnahme</u>	<u>Emissions- minderung bezogen auf Gesamtemis- sionen des Jahres 1985 (233.000 t NO<sub>x</sub>, 393.000 t VOC)</u>	<u>Emissionsminderung in Tonnen</u>	<u>ungefähre Dauer der Umsetzung nach In- krafttreten und/oder Beginn der Maßnahme (in Jahren, ca.)</u>	<u>Berechnung/ Abschätzung durch</u>
<u>KLÄRANLAGEN</u>				
* Biofilter, Gas- nutzung	- 5,1 % VOC	20.000 t VOC	20	ÖfZS, 1991 <sup>1)</sup>
<u>DEPONIEN</u>				
* Biofilter, Gas- nutzung	- 0,1 % VOC	480 t VOC	40	ÖfZS, 1991 <sup>1)</sup>

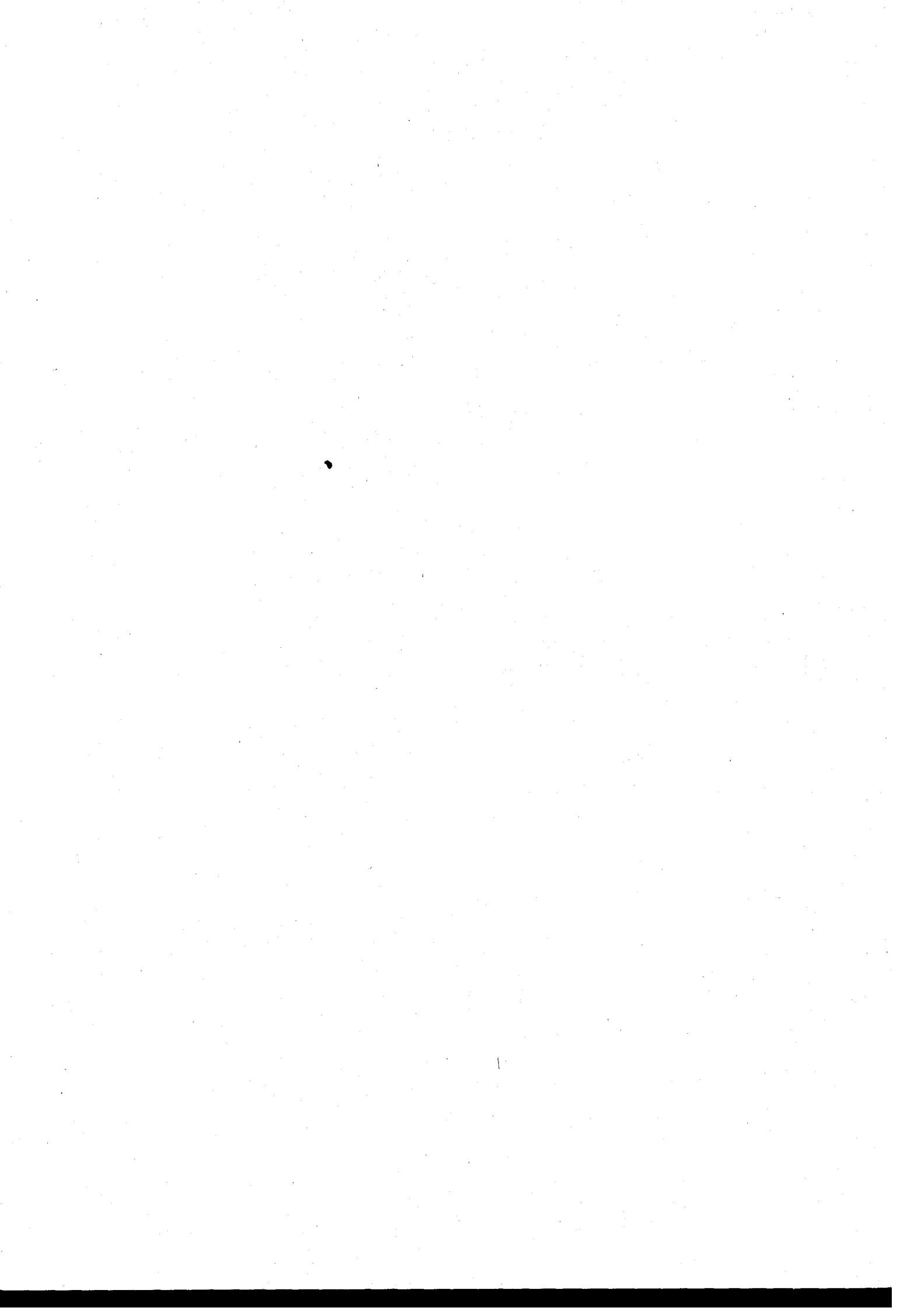


5 TEIL 2

**Emissionsentwicklung bei Ozonvorläufersubstanzen bis zum Jahr 2010  
aufgrund bereits gesetzter Maßnahmen<sup>18)</sup>:**

**Detaillierte Aufgliederung der Emissionsverursacher im Jahr 1988**

**Berechnung von zwei Szenarien der Emissionsentwicklung  
bis zum Jahr 2010, aufbauend auf den derzeitigen  
legistischen Stand, ohne Einbeziehung der in  
Teil 1 quantifizierten Reduktionsmaßnahmen**



## Allgemeines

Bei den hier aufgestellten Emissionsszenarien bis 2010 handelt es sich um eine Abschätzung der Emissionsentwicklung von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC, ohne Methan) und Stickstoffoxiden ( $\text{NO}_x$ ) in Österreich unter Verwendung sämtlicher, dem Umweltbundesamt zur Verfügung stehenden Daten und wissenschaftlichen Unterlagen zu diesem Thema.

Bei der Berechnung der Szenarien wurden nur legislative Maßnahmen berücksichtigt, die bereits in Kraft sind (einschließlich Lösemittelverordnung und neue LKW-Grenzwerte ab 1.10.1991) sowie andere emissionsmindernde Maßnahmen auf freiwilliger Basis, die bereits im Laufen sind.

Da die den Emissionsprognosen zugrundeliegenden Daten teilweise große Unsicherheiten aufweisen und die zukünftige Entwicklung des Verkehrs und Energieverbrauchs derzeit sehr schwer abzuschätzen ist, sind die hier berechneten Emissionsentwicklungen nur als Abschätzung zu betrachten. Insbesondere die Entwicklung nach dem Jahr 2000 ist sehr schwer zu beurteilen, dementsprechend erfolgte die Emissionsabschätzung von 2000 bis 2010 unter vereinfachenden Bedingungen. Auch aufgrund der knappen Zeitspanne von nur zwei Monaten, die für die Erstellung dieser Emissionsprognosen zur Verfügung stand, kann diese Arbeit nicht als wissenschaftlich fundierte und endgültige Berechnung betrachtet werden.

Im Zuge dieser Arbeit zeigte sich deutlich, daß in vielen Bereichen der Emissionsberechnung noch großer Forschungsbedarf gegeben ist und sich der Wissensstand laufend ändern wird.

Trotzdem sind die hier berechneten Szenarien geeignet, den Trend der Emissionsentwicklung in den nächsten zwei Jahrzehnten, für den Fall, daß keine weiteren legislativen Maßnahmen gesetzt werden, größenordnungsmäßig wiederzugeben.

Ausgehend von den hier dargelegten und nach Emissionsquellen detailliert aufgeschlüsselten Emissionsdaten für das Jahr 1988 wurden zwei Wachstumsszenarien bis zum Jahr 2010 angenommen.

Szenario A legt ein mäßiges Energieverbrauchswachstum und einen mittelmäßigen Verkehrszuwachs zugrunde.

Szenario B legt ein starkes Wachstum des Energieverbrauchs und ein starkes Ansteigen des Verkehrs, insbesondere des LKW-Verkehrs, zugrunde. Die in Szenario B angenommenen Zuwachsraten sind eine Trendfortschreibung der Entwicklung der letzten Jahre.

Die Abschätzung der Emissionsentwicklung für die nächsten zwei Jahrzehnte wird durch die Tatsache erschwert, daß es zur Zeit keine aktuelle Energieverbrauchsprognose gibt. Die im Jahr 1988 vom Österreichischen Institut für Wirtschaftsforschung (WIFO) herausgegebene Energieprognose bis zum Jahr 2000<sup>12)</sup> ist durch die derzeit in einigen Verbrauchergruppen zu verzeichnenden Energieverbrauchszuwächse bereits überholt.

Für die Sektoren Kleinverbrauch und Industrie wurde für Szenario A trotzdem die WIFO-Prognose für die Emissionsabschätzung bis 2000 herangezogen, da hier die Abweichung von der tatsächlichen Entwicklung bis auf die Holzverbrennung im Kleinverbrauch bisher nicht so gravierend war wie in den Sektoren Kraft- und Heizwerke und Verkehr. Für die beiden letztgenannten Sektoren sowie für alle Sektoren im Zeitraum von 2000 bis 2010 wurde die Abschätzung der emissionsrelevanten Verbrauchszuwächse, aufbauend auf die Entwicklung der letzten Jahre, durch das Umweltbundesamt durchgeführt.

### Schlußfolgerungen aus der Emissionsabschätzung

Durch die derzeit schon gesetzten legislativen und anderen Luftreinhaltemaßnahmen wird es bei den Schadstoffen  $\text{NO}_x$  und VOC in Österreich in den nächsten zehn Jahren in jedem Fall zu einer Emissionsminderung kommen. Das Ausmaß der Reduktion hängt jedoch stark von der zukünftigen Verbrauchs- und Verkehrsentwicklung ab. Um eine gewisse Bandbreite der möglichen Entwicklung und der daraus folgenden Emissionsminderung angeben zu können, wurden zwei verschiedene Szenarien berechnet. Die tatsächliche Entwicklung des Energieverbrauchs und des motorisierten Verkehrs in den nächsten zwanzig Jahren könnte innerhalb dieser zwei Szenarien liegen.

An dieser Stelle muß jedoch deutlich darauf hingewiesen werden, daß in diesen Berechnungen ein übermäßiger Verkehrszuwachs aus Ländern mit wesentlich weniger strengen Abgasgrenzwerten, wie er verschiedentlich prognostiziert wird, aufgrund mangelnder Daten Grundlagen nicht berücksichtigt wurde.

### Entwicklung der $\text{NO}_x$ -Emissionen

Durch die bereits erlassenen Gesetze und Verordnungen, inklusive den neuen Grenzwerten für LKW ab 1.10.1991, wird es bei den Stickoxiden, bezogen auf den Ausstoß 1988, bis 1995 zu einer Reduktion von 15 bis 23 % und bis 2000 zu einer Reduktion von 21 bis 33 % kommen. Bezogen auf den Emissionsausstoß des Jahres 1985 (mit 233.000 t  $\text{NO}_x$  höchster Wert in den 80er Jahren, Bezugsjahr für die Berechnung der Reduktion nach der Deklaration zum  $\text{NO}_x$ -Protokoll der UN-Konvention über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverschmutzung) wird es bis 1995 zu einer Reduktion von 22 bis 29 % und bis 2000 zu einer Reduktion von 27 bis 37 % kommen.

Bis zum Jahr 2000 werden die wesentlichen bis jetzt beschlossenen Luftreinhaltemaßnahmen umgesetzt sein. In den Jahren 2000 bis 2010 wird es daher, für den Fall, daß keine weiteren legislativen Maßnahmen gesetzt werden, wieder zu einem Anstieg der  $\text{NO}_x$ -Emissionen kommen. So wird die  $\text{NO}_x$ -Reduktion im Jahr 2010, bezogen auf 1985, nur noch 19 bis 34 % betragen.

Der prozentuelle Anteil der verschiedenen Emissionsverursacher wird im Jahr 2000 ähnlich sein wie 1988: Im Jahr 2000 werden rund 66 % der  $\text{NO}_x$ -Emissionen durch den Verkehr und rund 21 % durch die Industrie verursacht werden. Der Anteil der Emissionen aus dem Schwerverkehr (LKW und Busse) wird stark steigen. Betrug dieser 1988 noch 48 % der verkehrsbedingten Emissionen, wird er bis 2000 auf 60 bis 66 % steigen, während der Anteil aus PKW und Kombi nur noch rund 23 % betragen wird.

#### Entwicklung der VOC-Emissionen

Die Situation bei den flüchtigen organischen Verbindungen ist ähnlich wie bei den Stickoxiden. Bei derzeitigem legislativen Stand (inklusive Lösemittelverordnung) wird es, bezogen auf den Emissionsausstoß 1985, bis 1995 zu einer Reduktion von 16 bis 21 % und bis 2000 zu einer Reduktion von 25 bis 31 % kommen. Bezogen auf die Emissionen des Jahres 1988 (Höchststand in den achtziger Jahren) wird es bis 1995 zu einer Reduktion von 20 bis 24 % und bis 2000 zu einer Reduktion von 28 bis 33 % kommen. Auch bei den VOC-Emissionen wird es bei keinen weiteren Maßnahmen ab 2000 wieder zu einem leichten Anstieg kommen, sodaß die Reduktion im Jahr 2010, bezogen auf 1988, nur noch 25 bis 32 % betragen wird.

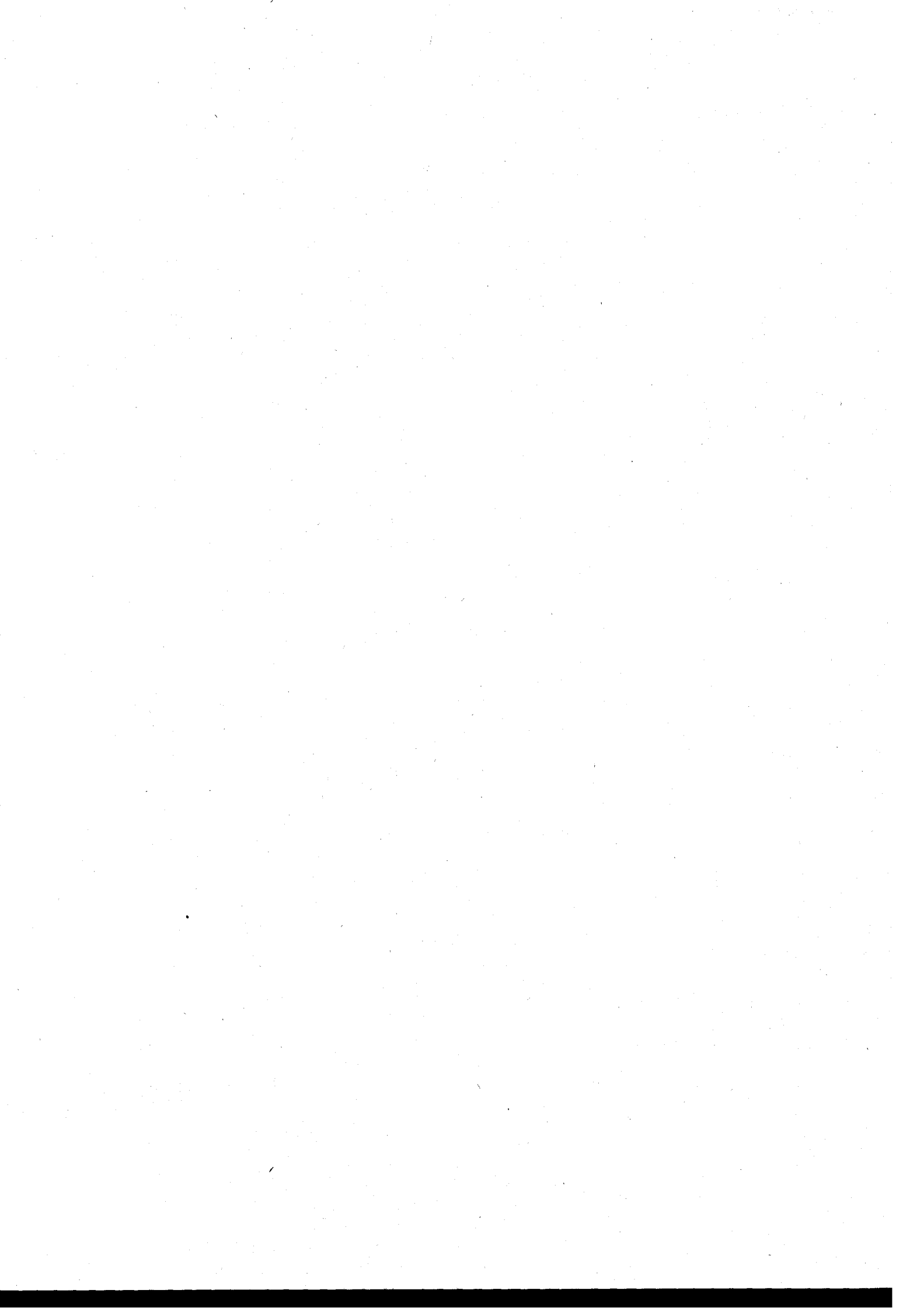
Der prozentuelle Anteil der Lösemittlemissionen wird im Jahr 2000 voraussichtlich 30 bis 33 % betragen. Hier muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß die Quantifizierung der Lösemittlemissionen noch mit großen Unsicherheiten behaftet ist und auf diesem Gebiet erheblicher Forschungsbedarf besteht.

Der Anteil der Verkehrsemissionen wird von knapp 35 % im Jahr 1988 auf rund 23 % im Jahr 2000 gesenkt werden können, wobei in diesem Jahr rund 46 % der Verkehrsemissionen durch PKW und Kombi und rund 22 % durch LKW und Busse verursacht werden.

Die VOC-Emissionen aus Kleinf Feuerungsanlagen werden, für den Fall, daß keine besseren Verbrennungstechnologien eingesetzt werden, im Jahr 2000 20 bis 24 % ausmachen, verglichen mit 16 % im Jahr 1988.

Die hier dargestellten Emissionsprognosen zeigen klar, daß die bis jetzt gesetzten Reduktionsmaßnahmen zu einer Emissionsminderung bei  $\text{NO}_x$  und VOC um rund 25 bis 35 % in den nächsten zehn Jahren führen werden.

Zur Erreichung der angestrebten Reduktion der Ozonvorläufersubstanzen um 70 % bis zum Jahr 2006 wird es daher notwendig sein, weitergehende Maßnahmen zu setzen. Insbesondere werden Maßnahmen notwendig werden, die über eine rein abgasbezogene, technische Emissionsreduktion hinausgehen.





**Tabelle 2: NO<sub>x</sub>-Emissionen 1988 in Österreich**  
(Ausgangsbasis für die Berechnung der Emissionsszenarien)

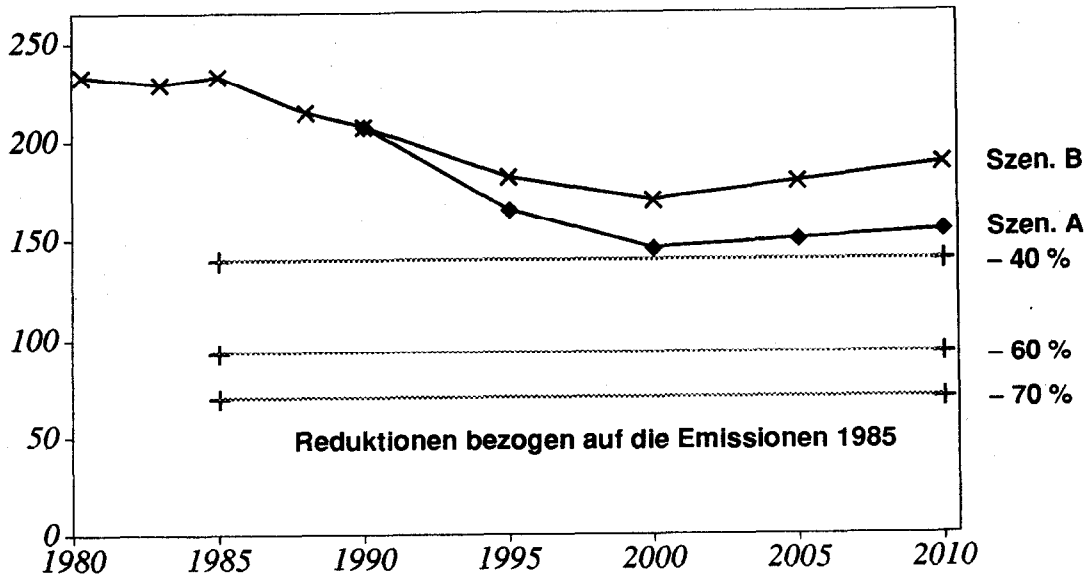
QUELLE	NO <sub>x</sub> in t	PROZENT
<b>VERKEHR</b>	<b>150.570</b>	<b>70</b>
davon: PKW und Kombi	66.600	
LKW und Busse	72.520	
Zugfahrzeuge	8.880	
Flugverkehr (bis 7 km Höhe)	2.570	
<b>INDUSTRIE</b>	<b>42.200</b>	<b>20</b>
davon: Verbrennung Prozesse	29.500 12.700	
davon: bekannte Sparten:		
Zementerzeugung	8.000*)	
Ziegelindustrie	2.250*)	
Glasproduktion	1.600*)	
Zellstoff/Papier	4.500	
Chemie Linz (Salpet. Anlage)	2.320	
VÖEST-Linz	4.520	
VÖEST-Donawitz	1.200*)	
Raffinerie Schwechat	4.000	
davon: Dampfkessel ( $\geq 50 \text{ MW}_{\text{th}}$ )	4.800	
<b>KLEINVERBRAUCH: VERBRENNUNG</b>	<b>9.840</b>	<b>4,5</b>
<b>KRAFT- UND HEIZWERKE</b>	<b>12.000</b>	<b>5,5</b>
davon: Dampfkessel der EVU ( $\geq 50 \text{ MW}_{\text{th}}$ )	9.200	
<b>SUMME</b>	<b>214.610</b>	<b>100</b>

\*) nicht über Messungen erhoben

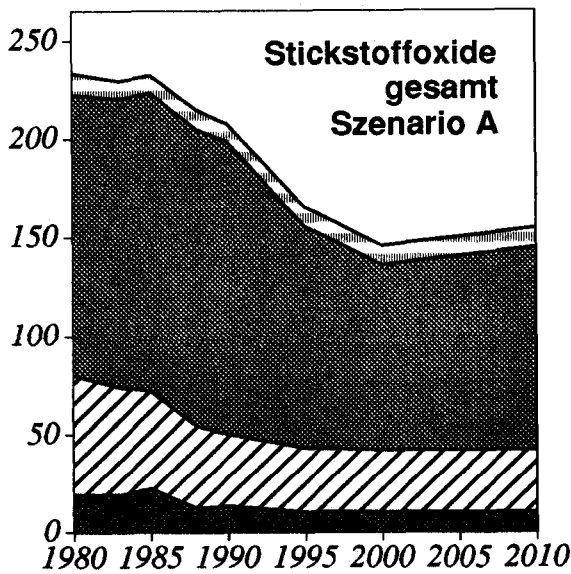
**Tabelle 3: VOC-Emissionen 1988 in Österreich (ohne Methan)**  
 (Ausgangsbasis für die Berechnung der Emissionsszenarien)

QUELLE	VOC in t	PROZENT
<b>LÖSUNGSMITTEL</b>	<b>130.000</b>	<b>32</b>
mögliche Bandbreite (100.000 - 160.000)		
<b>VERKEHR</b>	<b>141.750</b>	<b>34,6</b>
davon: Benzinverdampfung	45.100	
Abgase:		
PKW und Kombi	42.840	
LKW und Busse	19.990	
Zweirädrige	23.800	
Zugfahrzeuge	8.570	
Schienenverkehr	710	
Flugverkehr		
(bis 7 km Höhe)	280	
Schifffahrt	460	
<b>MOTORSÄGEN, RASENMÄHER</b>	<b>1.850</b>	<b>0,5</b>
<b>MINERALÖL- UND ERDGASKETTE</b> (ohne KFZ-Emissionen)	<b>17.570</b>	<b>4,3</b>
davon: Erdöl-/Erdgasförderung und Erdgasverteilung	3.660	
Raffinerie	2.690	
Großtanklager	2.400	
Kleintanklager und Transportfahrzeuge	2.360	
Tankstellenbefüllung	2.360	
KFZ-Betankung	4.100	
<b>KLEINVERBRAUCH: VERBRENNUNG</b>	<b>65.650</b>	<b>16</b>
<b>INDUSTRIE: PROZESSE</b> (exklusive Lösungsmittel)	<b>10.530</b>	<b>2,6</b>
davon: Kunststoffindustrie	5.530	
Chemische Industrie	500	
Eisen- und Stahlindustrie	1.500	
Nahrungsmittelindustrie	200	
Spanplattenerzeugung	300	
Zellstofferzeugung	1.600	
Ziegelindustrie	900	
<b>KRAFT-/HEIZWERKE, INDUSTRIE: VERBRENNUNG</b>	<b>4.000</b>	<b>1</b>
<b>SONSTIGES</b>	<b>37.800</b>	<b>9</b>
davon: Deponien	800	
davon: Kläranlagen	25.000	
davon: Strohverbrennung	12.000	
<b>SUMME</b>	<b>409.150</b>	<b>100</b>

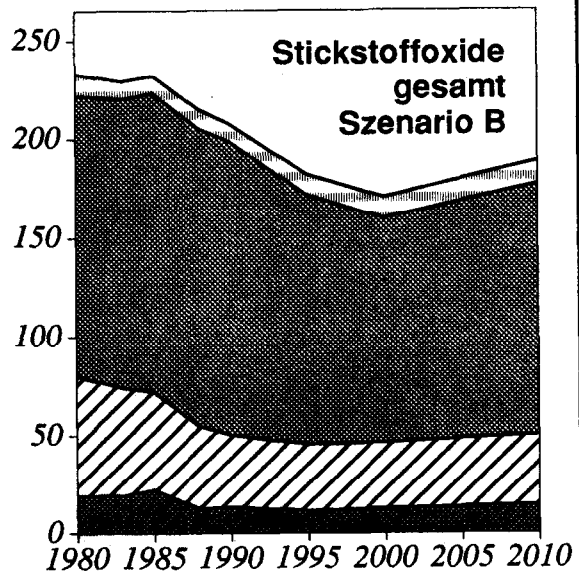
in 1000 t



in 1000 t



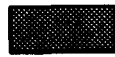
in 1000 t



ANTEILE:



Kraft- und Heizwerke



Verkehr



Kleinverbraucher

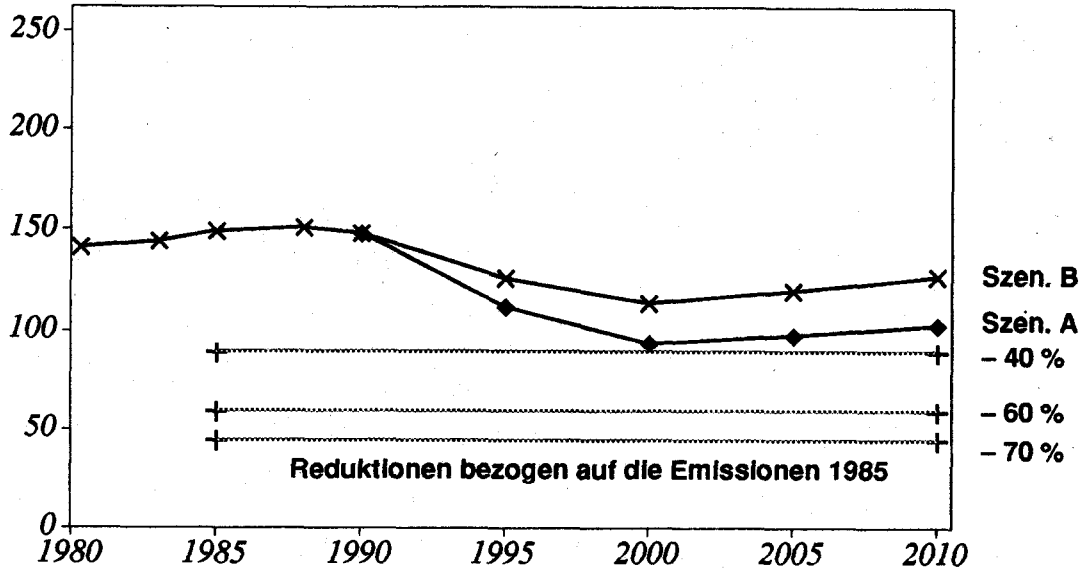


Industrie gesamt

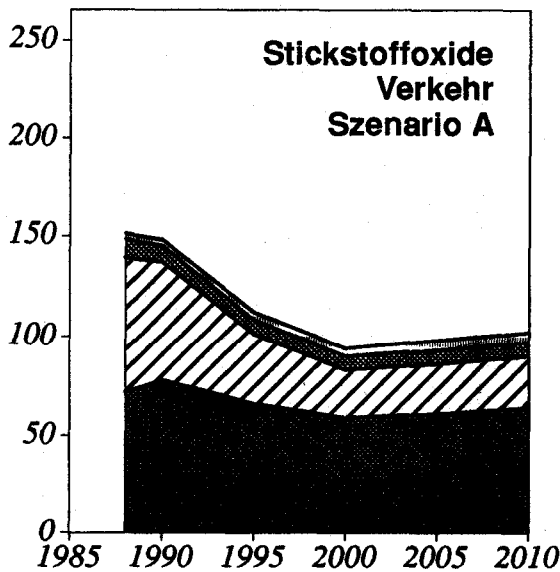
Berechnung & Graphik: Umweltbundesamt 1991

Abb. 1: Entwicklung der NOx-Emissionen in Österreich von 1980 bis 2010 (in 1000 t)

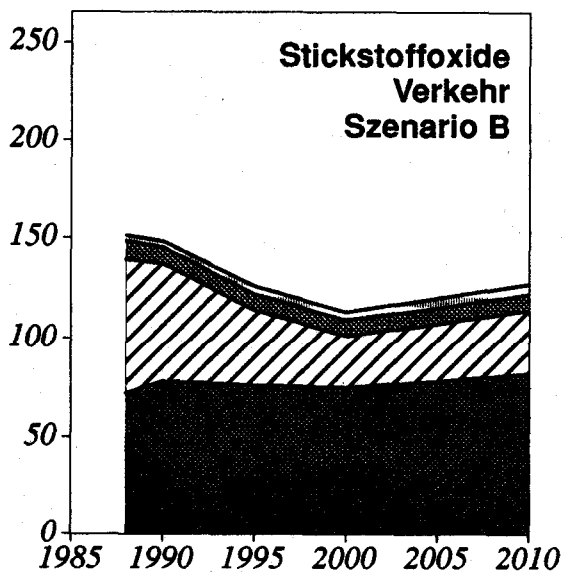
in 1000 t



in 1000 t



in 1000 t

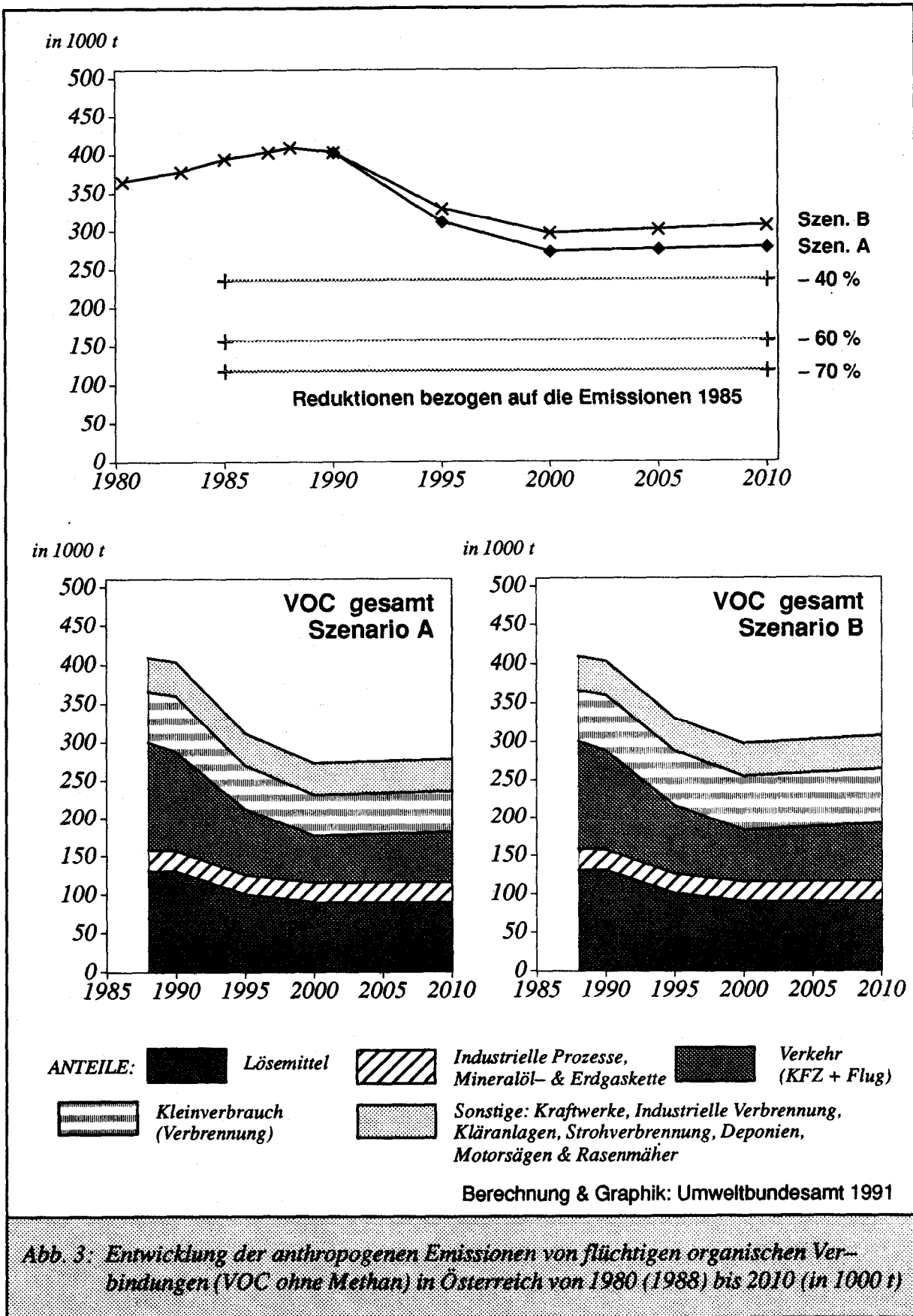


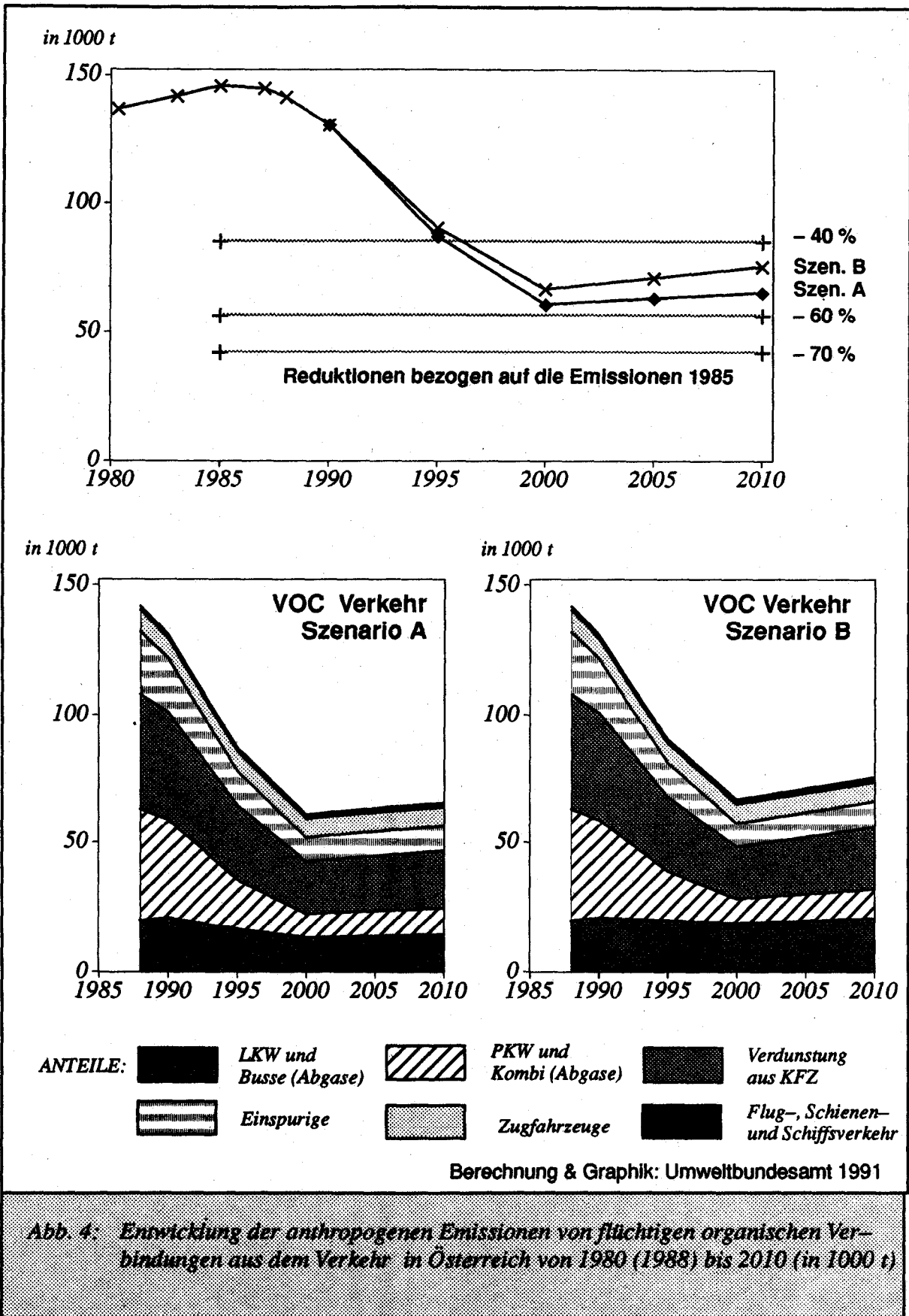
ANTEILE:

	LKW und Busse		Zugmaschinen (Landwirtschaft etc.)
	PKW und Kombi		Flugverkehr (bis 7 km Höhe)

Berechnung & Graphik: Umweltbundesamt 1991

Abb. 2: Entwicklung der NOx-Emissionen aus dem Verkehr in Österreich von 1980 (1988) bis 2010 (in 1000 t)





**Tabelle 4:** Entwicklung der NO<sub>x</sub>-Emissionen in Österreich von 1988 bis 2010

**Szenario A**

Annahmen: o keine Änderung des derzeitigen legistischen Standes  
o mittelmäßiger Energieverbrauchs- und Verkehrszuwachs

	NO <sub>x</sub> in 1000 t					
	1988	1990	1995	2000	2005	2010
Verkehr	150.570	148.300	112.350	93.840	98.320	102.730
Industrie	42.200	37.000	33.000	32.000	32.000	32.000
Kleinverbrauch: Verbrennung	9.840	8.960	9.970	9.700	9.700	9.700
Kraft- und Heizwerke	12.000	13.000	10.000	10.000	10.000	10.000
<b>SUMME</b>	<b>214.610</b>	<b>207.260</b>	<b>165.320</b>	<b>145.540</b>	<b>150.020</b>	<b>154.430</b>
Reduktion, bezogen auf 1988		- 3,4 %	- 23 %	- 32,2 %	- 30 %	- 28 %
Reduktion, bezogen auf 1985 (Höchststand in den achtziger Jahren mit 233.000 t NO <sub>x</sub> )		- 11 %	- 29 %	- 37,5 %	- 35,6 %	- 33,7 %

Table 5: Entwicklung der NO<sub>x</sub>-Emissionen in Österreich von 1988 bis 2010

Szenario B

Annahmen: o keine Änderung des derzeitigen legislativen Standes  
 o starker Energieverbrauchs- und Verkehrszuwachs

	NO <sub>x</sub> in 1000 t					
	1988	1990	1995	2000	2005	2010
Verkehr	150.570	148.300	126.300	113.580	120.260	126.930
Industrie	42.200	37.000	34.000	34.000	35.000	36.000
Kleinverbrauch: Verbrennung	9.840	8.960	10.470	10.670	11.160	11.640
Kraft- und Heizwerke	12.000	13.000	11.000	12.000	13.000	14.000
<b>SUMME</b>	<b>214.610</b>	<b>207.260</b>	<b>181.770</b>	<b>170.250</b>	<b>179.420</b>	<b>188.570</b>
Reduktion, bezogen auf 1988		- 3,4 %	- 15,3 %	- 20,6 %	- 16,4 %	- 12,1 %
Reduktion, bezogen auf 1985 (Höchststand in den achtziger Jahren mit 233.000 t NO <sub>x</sub> )		- 11 %	- 22 %	- 26,9 %	- 23 %	- 19,1 %



Tabelle 6: Entwicklung der NO<sub>x</sub>-Emissionen aus dem Verkehr in Österreich von 1988 bis 2010

Basisszenario A

Annahmen: o keine Änderung des derzeitigen legislativen Standes  
o mittelmäßiger Energieverbrauchs- und Verkehrszuwachs

	NO <sub>x</sub> in 1000 t				
	1988	1990	1995	2000	2010
PKW und Kombi	66.600	59.560	35.310	23.800	24.990
LKW und Busse	72.520	77.800	66.380	58.410	61.330
Landwirtschaftl. Zugfahrzeuge	8.880	7.940	7.060	7.430	7.500
Flugverkehr	2.570	3.000	3.600	4.200	4.500
<b>SUMME</b>	<b>150.570</b>	<b>148.300</b>	<b>112.350</b>	<b>93.840</b>	<b>98.320</b>

**Tabelle 7: Entwicklung der NO<sub>x</sub>-Emissionen aus dem Verkehr in Österreich von 1988 bis 2010**

**Wachstumsszenario B**

**Annahmen: o keine Änderung des derzeitigen legislatischen Standes  
o starker Energieverbrauchs- und Verkehrszuwachs**

	NO <sub>x</sub> in 1000 t					
	1988	1990	1995	2000	2005	2010
PKW und Kombi	66.600	59.560	38.310	26.400	29.040	31.680
LKW und Busse	72.520	77.800	76.240	74.680	78.420	82.150
Landwirtschaftl. Fahrzeuge	8.880	7.940	8.000	8.000	8.000	8.000
Flugverkehr	2.570	3.000	3.750	4.500	4.800	5.100
<b>SUMME</b>	<b>150.570</b>	<b>148.300</b>	<b>126.300</b>	<b>113.580</b>	<b>120.260</b>	<b>126.930</b>

**Tabelle 8: Entwicklung der VOC-Emissionen in Österreich von 1988 bis 2010**

**Szenario A**

Annahmen: o keine Änderung des derzeitigen legislativen Standes  
o mittelmäßiger Energieverbrauchs- und Verkehrszuwachs

	VOC in 1000 t					
	1988	1990	1995	2000	2005	2010
Lösungsmittel	130.000	130.000	100.000	90.000	90.000	90.000
Verkehr	141.750	130.660	86.850	60.790	63.220	65.370
Motorsägen, Rasenmäher	1.850	1.850	1.850	1.850	1.850	1.850
Mineralöl- und Erdgaskette	17.570	16.370	14.590	14.800	15.010	15.210
Kleinverbrauch: Verbrennung	65.650	71.890	58.000	55.000	55.000	55.000
Industrie: Prozesse	10.530	10.530	10.530	10.530	10.530	10.530
Kraft- und Heizwerke						
Industrie: Verbrennung	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Sonstiges	37.800	37.800	35.800	35.800	35.800	35.800
<b>SUMME</b>	<b>409.150</b>	<b>403.100</b>	<b>311.620</b>	<b>272.770</b>	<b>275.410</b>	<b>277.760</b>
Reduktion, bezogen auf 1988 (Höchststand in den achtziger Jahren)		- 1,4 %	- 23,8 %	- 33,3 %	- 32,7 %	- 32,2 %
Reduktion, bezogen auf 1985 (393.000 t VOC)	+ 4,1 %	+ 2,5 %	- 20,7 %	- 30,6 %	- 29,9 %	- 29,3 %

**Tabelle 9: Entwicklung der VOC-Emissionen in Österreich von 1988 bis 2010**

**Szenario B**

Annahmen: o keine Änderung des derzeitigen legislativen Standes  
o starker Energieverbrauchs- und Verkehrszuwachs

	VOC in 1000 t				
	1988	1990	1995	2000	2010
Lösungsmittel	130.000	130.000	100.000	90.000	90.000
Verkehr	141.750	130.660	90.230	66.610	71.010
Motorsägen, Rasenmäher	1.850	1.850	1.850	1.850	1.850
Mineralöl- und Erdgaskette	17.570	16.370	14.590	14.800	15.010
Kleinverbrauch: Verbrennung	65.650	71.890	72.000	72.000	72.000
Industrie: Prozesse	10.530	10.530	10.530	10.530	10.530
Kraft- und Heizwerke					
Industrie: Verbrennung	4.000	4.000	4.500	5.000	5.600
Sonstiges	37.800	37.800	35.800	35.800	35.800
<b>SUMME</b>	<b>409.150</b>	<b>403.100</b>	<b>329.500</b>	<b>296.590</b>	<b>301.400</b>
Reduktion, bezogen auf 1988 (Höchststand in den achtziger Jahren)		- 1,4 %	- 19,5 %	- 27,5 %	- 25,1 %
Reduktion, bezogen auf 1985 (393.000 t VOC)	+ 4,1 %	+ 2,5 %	- 16,2 %	- 24,5 %	- 22 %

Tabelle 10: Entwicklung der VOC-Emissionen aus dem Verkehr in Österreich von 1988 bis 2010

Szenario A

Annahmen: o keine Änderung des derzeitigen legislativen Standes  
o mittelmäßiger Energieverbrauchs- und Verkehrszuwachs

	VOC in 1000 t					
	1988	1990	1995	2000	2005	2010
Kfz: Verdunstung	45.100	42.100	28.980	19.910	20.900	21.900
PKW und Kombi: Abgase	42.840	37.600	18.730	9.230	9.690	10.150
Einspurige	23.800	20.890	13.380	9.230	9.500	9.500
LKW und Busse	19.990	21.050	16.700	13.290	13.960	14.620
Flugverkehr	280	330	400	460	500	530
Landwirtschaftliche und andere Zugfahrzeuge	8.570	7.520	7.490	7.500	7.500	7.500
Schienenverkehr und Schifffahrt	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170
<b>SUMME</b>	<b>141.750</b>	<b>130.660</b>	<b>86.850</b>	<b>60.790</b>	<b>63.220</b>	<b>65.370</b>

**Tabelle 11: Entwicklung der VOC-Emissionen aus dem Verkehr in Österreich von 1988 bis 2010**

**Szenario B**

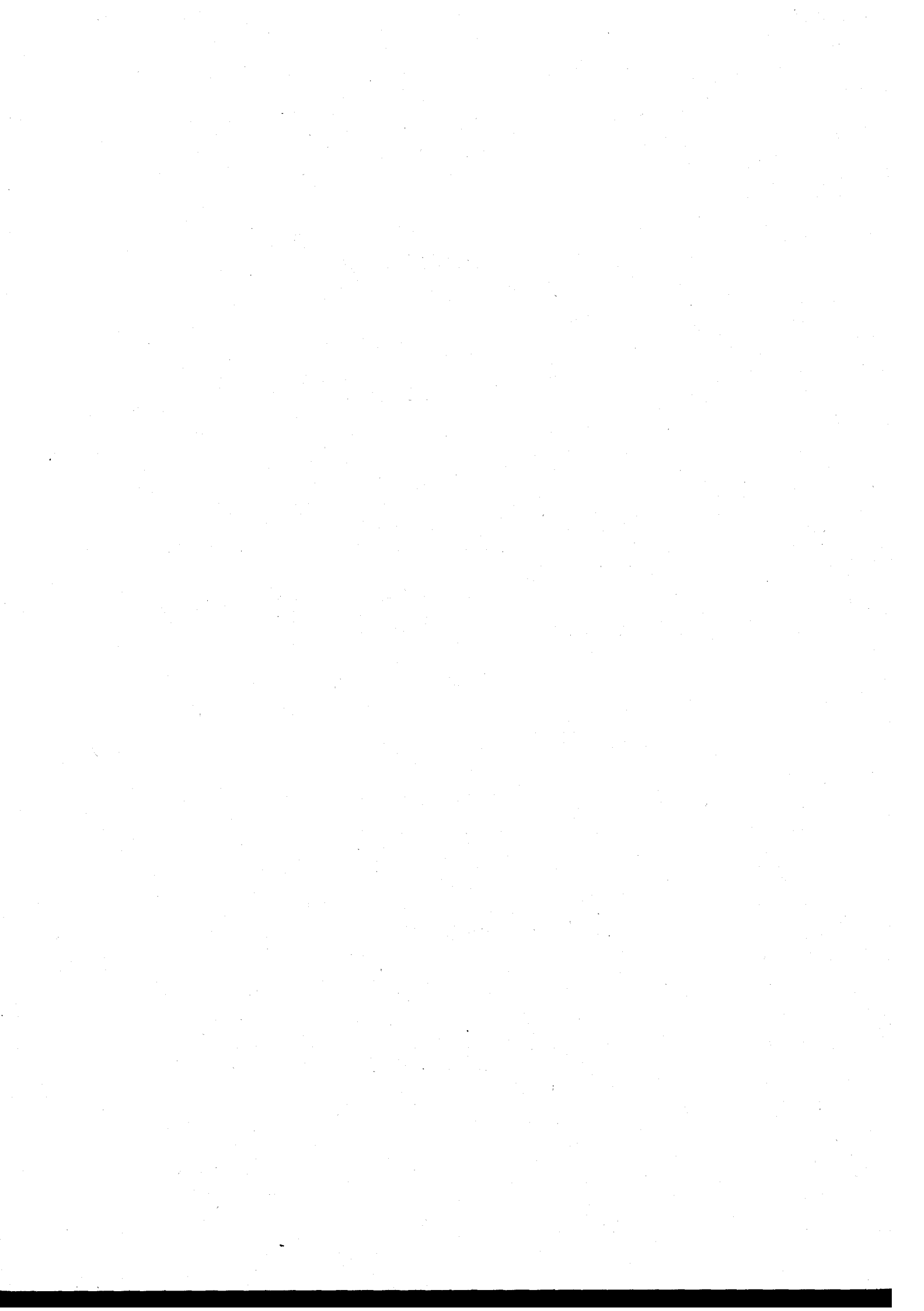
Annahmen: o keine Änderung des derzeitigen legislativen Standes  
o starker Energieverbrauchs- und Verkehrszuwachs

	VOC in 1000 t					
	1988	1990	1995	2000	2005	2010
Kfz: Verdunstung	45.100	42.100	28.980	19.910	21.900	23.890
PKW und Kombi: Abgase	42.840	37.600	18.730	9.230	10.150	11.080
Zinspurige	23.800	20.890	13.380	9.230	9.690	10.150
LKW und Busse	19.990	21.050	20.000	18.950	19.900	20.850
Flugverkehr	280	330	410	500	530	560
Landwirtschaftliche und andere Zugfahrzeuge	8.570	7.520	7.500	7.500	7.500	7.500
Schieneverkehr und schiffahrt	1.170	1.170	1.230	1.290	1.340	1.400
<b>SUMME</b>	<b>141.750</b>	<b>130.660</b>	<b>90.230</b>	<b>66.610</b>	<b>71.010</b>	<b>75.430</b>

Tabelle 12: Entwicklung der VOC-Emissionen aus der Mineralöl- und Erdgaskette in Österreich von 1988 bis 2010

Gleiche Annahmen für Szenario A und B

	VOC in 1000 t					
	1988	1990	1995	2000	2005	2010
Erdöl- und Erdgasförderung	3.660	3.660	3.660	3.660	3.660	3.660
Raffinerie Schwechat	2.690	2.690	2.690	2.690	2.690	2.690
Tanklager und Tankwagenbefüllung	4.760	4.760	3.190	3.190	3.190	3.190
Tankstellenbefüllung	2.360	1.160	750	750	750	750
KFZ-Betankung	4.100	4.100	4.300	4.510	4.720	4.920
<b>SUMME</b>	<b>17.570</b>	<b>16.370</b>	<b>14.590</b>	<b>14.800</b>	<b>15.010</b>	<b>15.210</b>





Folgende Annahmen wurden für die Berechnung  
von Szenario A und B getroffen:

Szenario A (mittelmäßiges Wachstum)

Kraft- und Heizwerke

Ausgehend von über Emissionserklärungen erhobene Eckdaten des Jahres 1988<sup>13)</sup>; Abschätzung der Wirkung des LRGK und der LRVK von 1988 bis 1996 (NO<sub>x</sub>-Reduktion um 35 %).

Ab 1990 (+ 30 % Energieeinsatz gegenüber 1988) unveränderter Energieeinsatz bis 2010.

Industrie: Feuerung

Bis 2000 WIFO-Energiebilanz 1988<sup>12)</sup>, ab 2000 gleichbleibender Energieeinsatz; dynamische Entwicklung der im Energiebericht 1990<sup>16)</sup> amgegebenen Emissionsfaktoren durch LRGK und LRVK: Folgende Verringerung der Emissionsfaktoren aus dem Energiebericht 1990 wurde angenommen:

für 1990: - 8 %

für 1995: - 19 %

für 2000: - 21 %

Ab 2000 wurde keine weitere Änderung der Emissionsfaktoren angenommen.

Industrie: Prozesse

Für NO<sub>x</sub>: Recherchen und Berechnungen des Umweltbundesamtes im Zuge der Erstellung des österreichischen Emissionskastasters<sup>17)</sup>; zwischen 1990 und 1995 Abnahme der Emissionen um 10 % aufgrund diverser Prozeßumstellungen, die bereits im Laufen sind (Zement: Vorkalzinerung, Glas: Elektroöfen), dann gleichbleibend bis 2010.

Für VOC: Nach der Studie Orthofer et al., 1991<sup>1)</sup>, sowie Berechnungen des Umweltbundesamtes; ab 1988 keine Veränderung.

### Mineralöl- und Erdgaskette

0-Szenario der Studie Hackl/Vitovec 1990<sup>14)</sup>, Auswirkung der bestehenden Vorschriften: Stage 1 bei Tankwagen bei der Entleerung an Tankstellen; sowie Auswirkung der derzeit bereits laufenden emissionsmindernden Maßnahmen in den Großtanklagern Lobau und St. Valentin; für die Emissionen aus KFZ-Betankung wurde von 1990 bis 2010 eine lineare Zunahme des Benzinverbrauches um 20 % angenommen.

### Verkehr

#### PKW und Kombi:

Bis 2000 nach der Studie Lenz/Akhlaghi, 1989<sup>15)</sup>, sowie für NO<sub>x</sub> nach neuesten Berechnungen<sup>3)</sup>, dann von 2000 bis 2010: + 10 % (Fahrleistungen und Emissionen).

#### LKW und Busse:

Trendentwicklung bis 2000 nach der Studie Lenz/Akhlaghi, 1989<sup>15)</sup>, jedoch jeweils + 20 % mehr Emissionen (Dieselverbrauch war 1990 um 20 % höher als in der Studie angenommen) => entspricht einem Fahrleistungszuwachs von 1990 - 2000 um ca. 16 % (nach einer vom Bundesministerium für öffentliche Wirtschaft und Verkehr zur Verfügung gestellten schriftlichen Unterlage); 2000 - 2010: Fahrleistungszuwachs von 10 %.

#### Zugfahrzeuge:

Bis 2000 nach der Studie Lenz/Akhlaghi, 1989<sup>15)</sup>; bis 2010 unverändert wie 2000.

KFZ-Verdampfung (VOC): Nach der Studie Hackl/Vitovec, 1990<sup>14)</sup>, zusätzlich von 1990 - 2010: + 20 % Benzinverbrauch

Einspurige (VOC): Bis 2000 nach der Studie Lenz/Akhlaghi, 1989<sup>15)</sup>, dann bis 2010 gleichbleibend.

Flugverkehr: 1990 - 2000: + 40 % der Emissionen  
2000 - 2010: + 20 % der Emissionen.

Kleinverbrauch: Verbrennung

Bis 2000 WIFO-Energieprognose 1988<sup>12)</sup>, ab 2000 gleichbleibender Energieeinsatz; gewichtete Emissionsfaktoren aus Energiebericht 1990<sup>16)</sup>.

Lösungsmittel

Ausgehend von 130.000 t im Jahr 1990 (Bandbreite 100.000 bis 160.000 t). In früheren Jahren wurde von einer größeren Menge ausgegangen, diese Zahl wurde kürzlich revidiert. Die große Bandbreite spiegelt die Unsicherheit wieder, die bei der Abschätzung der Lösungsmittellemissionen immer noch besteht.

Förderungen für den Umstieg auf lösemittelarme Systeme bzw. Abluftreinigung durch den ÖKO-Fonds:  
bis Ende 1992: - 5.000 t VOC

Wirkung der Lösemittelverordnung (ÖKO-Fonds-Förderungen inkludiert):

1995: - 30.000 t  
ab 1998: - 40.000 t,  
dann bis 2010 gleichbleibend.

### Sonstiges

Nach der Studie Orthofer et al., 1991<sup>1)</sup>: Strohverbrennung, Kläranlagen, Deponien; Ab 1991 Strohverbrennungsverbot im Burgenland (- 2.000 t), sonst gleichbleibend bis 2010.

### Szenario B (Wachstumsszenario)

#### Kraft- und Heizwerke

Ausgehend von Szenario A:

1995: + 12,5 % Energieeinsatz und Emissionen, bezogen auf 1990  
2000: + 25 % Energieeinsatz und Emissionen, bezogen auf 1990  
2005: + 30 % Energieeinsatz und Emissionen, bezogen auf 1990  
2010: + 40 % Energieeinsatz und Emissionen, bezogen auf 1990

#### Industrie: Feuerung

Ausgehend von Szenario A:

1995: + 5 % Energieeinsatz und Emissionen, bezogen auf 1990  
2000: + 10 % Energieeinsatz und Emissionen, bezogen auf 1990  
2005: + 12,5 % Energieeinsatz und Emissionen, bezogen auf 1990  
2010: + 15 % Energieeinsatz und Emissionen, bezogen auf 1990

#### Industrie: Prozesse

bei NO<sub>x</sub> und VOC wie Szenario A

## Mineralöl- und Erdgaskette

wie Szenario A

### Kleinverbrauch

Bei NO<sub>x</sub>: Ausgehend von Szenario A:

1995: + 5 % Energieeinsatz und Emissionen, bezogen auf 1990

2000: + 10 % Energieeinsatz und Emissionen, bezogen auf 1990

2005: + 15 % Energieeinsatz und Emissionen, bezogen auf 1990

2010: + 20 % Energieeinsatz und Emissionen, bezogen auf 1990

Bei VOC: Menge des im Jahr 1990 verbrannten Holzes bis 2010 gleichbleibend angenommen (im Jahr 1990 wurde um knapp 40 % mehr Holz verbrannt, als in der WIFO-Prognose 1988 angenommen).

### Verkehr

PKW und Kombi: Bis 2000 nach der Studie Lenz/Akhlaghi, 1989<sup>15)</sup>; von 2000 - 2010: + 20 % der Fahrleistungen und Emissionen.

KFZ-Verdunstung: Bis 2000 wie Szenario A; von 2000 - 2010: + 20 % der Emissionen.

LKW und Busse: Ausgehend von 1990:  
Bis 2000: + 28 % Fahrleistung (2 - 3 % pro Jahr; Berechnung nach einer vom Bundesministerium für öffentliche Wirtschaft und Verkehr zur Verfügung gestellten Unterlage: ergibt Reduktion der NO<sub>x</sub> um 4 %, der VOC um 10 %);  
von 2000 - 2010: Zunahme der Fahrleistungen und Emissionen um 10 %.

Einspurige: Bis 2000 wie Szenario A;  
von 2000 - 2010: + 10 % der Fahrleistungen und  
Emissionen.

Zugfahrzeuge: Ab 1990 Emissionen gleichbleibend.

Flugverkehr: 1990 - 2000: + 50 % der Emissionen  
2000 - 2010: + 70 % der Emissionen

Lösungsmittel: wie Szenario A

Sonstiges: wie Szenario A

## 6 LITERATUR- UND UNTERLAGENVERZEICHNIS

- 1) ORTHOFER, R., LOIBL, W., PIECHL, TH. und URBAN, G. (1991)  
Flüchtige Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe in Österreich:  
Regionalisierte Emissionsinventur und Strategien der Emissionsminderung, Forschungsbericht Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf
- 2) HACKL, A.E. (1991)  
Arbeitspapier für den Arbeitskreis Ozonstrategie: Abschätzungen über VOC-Vermindierungspotentiale im Bereiche der chemischen Industrie und der Mineralölkette, Institut für Verfahrenstechnik, Brennstofftechnik und Umwelttechnik, Technische Universität Wien
- 3) PUCHER, E. und KOHOUTEK, P. (1991)  
Arbeitspapier für den Arbeitskreis Ozonstrategie: Abschätzende Quantifizierung von Reduktionsmaßnahmen beim KFZ-Verkehr, Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Kraftfahrzeugbau, Technische Universität Wien
- 4) SCHOPF, J. (1991)  
Arbeitspapier für den Arbeitskreis Ozonstrategie: Abschätzende Quantifizierung der Emissionsminderung durch im Verkehrssektor vorgeschlagene Maßnahmen, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Technische Universität Wien
- 5) BERGER, B. (1991)  
Arbeitspapier für den Arbeitskreis Ozonstrategie: Abschätzung der Emissionsreduktion durch einen autofreien Tag pro Woche, Umweltbundesamt, Abteilung Umwelttechnologie

- 6) RADUNSKY, K. (1991)  
Arbeitspapier für den Arbeitskreis Ozonstrategie: Emissionsminderungspotential für  $\text{NO}_x$ - und VOC-Emissionen aus Dampfkesselanlagen mit einer  $\text{BWL} \geq 50 \text{ MW}_{\text{th}}$ , Umweltbundesamt, Abteilung Lufthygiene
- 7) OBER, E. (1991)  
Arbeitspapier für den Arbeitskreis Ozonstrategie: Emissionsminderung durch Förderung des Umwelt- und Wasserwirtschaftsfonds hinsichtlich der Ozonvorläufersubstanzen, Umwelt- und Wasserwirtschaftsfonds
- 8) RADUNSKY, K. (1991)  
Arbeitspapier für den Arbeitskreis Ozonstrategie: Emissionsminderungspotential bei Ozonvorläufersubstanzen im Sektor Kleinverbrauch, Kraftwerke und Industrie durch geeignete Energieträgerauswahl und Energieeinsparung (Abschätzung der Emissionsminderungspotentiale durch eine Energieeinsparung, aufbauend auf die Studie "Energiesparpotentiale in Österreich" der Österreichischen Gesellschaft für Ökologie, Technischer Zwischenbericht, September 1990), Umweltbundesamt, Abteilung Lufthygiene
- 9) BERGER, B. (1991)  
Arbeitspapier für den Arbeitskreis Ozonstrategie:  $\text{NO}_x$ - und VOC-Reduktion bei industriellen Anlagen durch eine Emissionsminderung nach dem Stand der Technik, Umweltbundesamt, Abteilung Umweltechnologie
- 10) BERGER, B. (1991)  
Arbeitspapier für den Arbeitskreis Ozonstrategie: Emissionsminderungspotential durch die Einführung einer bundeseinheitlichen Typprüfung für Kleinf Feuerungsanlagen bei  $\text{NO}_x$  und VOC, Umweltbundesamt, Abteilung Umweltechnologie



- 11) AICHINGER, H. (1991)  
Arbeitspapier für den Arbeitskreis Ozonstrategie: Abschätzung des Reduktionspotentials einer zweiten Lösemittelverordnung in Österreich für die Bereiche Reinigungsmittel, Kosmetik und Autopflege, Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Abteilung II/7
- 12) ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG (1988)  
Energieprognose bis zum Jahr 2000
- 13) PÖNITZ, E. (1991)  
Emissionen von Feuerungsanlagen  $\geq 50$  MW<sub>th</sub> (ausgenommen reine Prozeßanlagen), Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes
- 14) HACKL, A.E. und VITOVEC, W. (1990)  
Kohlenwasserstoffemissionen aus der Mineralölkette in Österreich 1988, Studie im Auftrag der ÖMV-AG, Institut für Verfahrenstechnik, Brennstofftechnik und Umwelttechnik, Technische Universität Wien
- 15) LENZ, H.P. und AKHLAGHI, M. (1989)  
Schadstoffemissionen des gesamten benzin- und dieselbetriebenen Straßenverkehrs in Österreich sowie zu erwartende Entwicklungen 1970 - 2000, Forschungsarbeiten aus dem Verkehrswesen, Band 18
- 16) ENERGIEBERICHT DER ÖSTERREICHISCHEN BUNDESREGIERUNG 1990  
Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten
- 17) UMWELTBUNDESAMT (1991)  
Österreichischer Emissionskataster: Regionalisierte Darstellung der Emissionen für das Jahr 1988 (in Vorbereitung)

18) BERGER, B. (1991)

Arbeitspapier für den Arbeitskreis Ozonstrategie: Bilanz und Abschätzung der anthropogenen Emissionen von Stickstoffoxiden ( $\text{NO}_x$ ) und flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) in Österreich für die Jahre 1988 bis 2010, Umweltbundesamt, Abteilung Umwelttechnologie

19) PUXBAUM, H. (1991)

Arbeitspapier für den Arbeitskreis Ozonstrategie: Reduktionsziel für Ozonvorläufersubstanzen, Institut für analytische Chemie, Technische Universität Wien

20) ÖSTERREICHISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN (1989)

Photooxidantien in der Atmosphäre, Luftqualitätskriterien Ozon, hrsg. vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie