



# **ADIP-GRAZ**

Arbeitsgemeinschaft für Dokumentations-,  
Informations- und Planungssysteme

## **Endbericht**

### **Emissionskataster Graz 2001**

Erstellt im Auftrag von:

Amt der Steiermärkischen Landesregierung

Fachabteilung 17 c

Landhausgasse 7, 8010 Graz

Bericht Nr. FVT-08/08/Hin V&U 03/16/6100 vom 08.02.2008

Dieser Bericht darf nur vollinhaltlich, ohne Weglassen und Hinzufügen, veröffentlicht werden. Sollte er auszugsweise abgedruckt oder vervielfältigt werden, so ist vorher die schriftliche Genehmigung der Ersteller einzuholen.

ISO 9001

Inffeldgasse 21A , A-8010 Graz

Tel.: +43/(0)316/873-7200 Fax: +43/(0)316/873-7700 fvt@fvkma.tu-graz.ac.at

# Endbericht

## Emissionskataster Graz 2001

### Autoren:

FVT: Bereiche Verkehr, Industrie und Gewerbe (Teil 1: Erhebung),  
Gesamtkoordination

Dr. Dipl.Ing. Bernhard Heiden

Dipl.Ing. Mathias Henn

Mag. Marlene Hinterhofer

ADIP-GRAZ: Statistikbasierte Modellrechnung in den Bereichen Hausbrand,  
Industrie und Gewerbe (Teil 2)

Dipl.Ing. Oswald Schechtner

Dr. Karl Zelle

Bericht Nr. FVT-08/08/Hin V&U 03/16/6100 vom 08.02.2008

Geprüft	A. Univ.-Prof. Dr. Peter Sturm Dr. Karl Zelle (ADIP-GRAZ)		
---------	--	--	--

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>KURZFASSUNG</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>ALLGEMEIN</b> .....	<b>9</b>
2.1	EINLEITUNG .....	9
2.2	FUNKTION DES EMISSIONSKATASTERS .....	9
2.3	KURZBESCHREIBUNG DER ERFASSTEN SCHADSTOFFE .....	10
<b>3</b>	<b>GRUNDLAGEN DES EMISSIONSKATASTERS</b> .....	<b>12</b>
3.1	DETAILLIERUNGSGRAD .....	12
3.2	SYSTEMATIK .....	13
3.3	ERMITTLUNG DER EMISSIONEN .....	13
<b>4</b>	<b>BERECHNUNGSMETHODIK</b> .....	<b>14</b>
4.1	METHODIK VERKEHR .....	14
4.1.1	<i>Rechenmodell für den Straßenverkehr</i> .....	14
4.1.2	<i>Rechenmodell für den Schienenverkehr</i> .....	15
4.2	METHODIK „ENERGIEBASIERTE EMISSIONSRECHNUNG“ (HAUSBRAND, TEILBEREICH V. INDUSTRIE U. GEWERBE).....	15
4.2.1	<i>Rechenmodell für den EEV im Bereich der privaten Haushalte (Wohnungen)</i> .....	17
4.2.2	<i>Rechenmodell für den EEV der Arbeitsstätten, die nicht Gegenstand der Erhebung waren</i> .....	17
4.3	METHODIK INDUSTRIE .....	18
4.3.1	<i>Datenerhebung</i> .....	18
4.3.2	<i>Datenverarbeitung</i> .....	19
4.3.3	<i>Datenauswertung</i> .....	19
<b>5</b>	<b>VERKEHRSEMISSIONEN, BEZUGSJAHR 2003</b> .....	<b>20</b>
5.1.1	<i>Emission während der Fahrt (Motorbetriebszustand warm)</i> .....	20

5.1.2	<i>Kaltstartemissionen</i> .....	20
5.1.3	<i>Verdunstungsemissionen</i> .....	21
5.1.4	<i>Emissionen der Großabstellflächen</i> .....	21
5.1.5	<i>Emissionen des Schienenverkehrs</i> .....	22
5.1.6	<i>Emissionen des gesamten Verkehrssektors 2003</i> .....	22
<b>6</b>	<b>INDUSTRIE- UND GEWERBE- BZW. HAUSBRANDEMISSIONEN, BEZUGSJAHR 2001</b> .....	<b>23</b>
6.1	INDUSTRIE- UND GEWERBE- BZW HAUSBRANDEMISSIONEN 2001 .....	23
<b>7</b>	<b>GESAMTEMISSIONEN 2001</b> .....	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>ENTWICKLUNG DER EMISSIONEN ZWISCHEN 1995 UND 2001</b> .....	<b>31</b>
8.1	VERKEHRSEMISSIONEN 1995 – 2003 .....	31
8.2	INDUSTRIE- UND GEWERBEEMISSIONEN 1995 – 2001.....	33
8.3	HAUSBRANDEMISSIONEN 1995 – 2001 .....	34
8.4	GESAMTEMISSIONEN 1995 – 2001 .....	35
<b>9</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>37</b>
	<b>ANHANG LITERATUR</b> .....	<b>38</b>

## 1 Kurzfassung

Bedingt durch die Überschreitung der Grenzwerte für PM<sub>10</sub> als Tagesmittelwert sowie fallweise Überschreitungen des Grenzwerts für NO<sub>2</sub> als maximaler Halbstundenmittelwert ist gemäß IG-Luft eine Stuserhebung der Emissionssituation bei diesen beiden Luftschadstoffen notwendig. Emissionskataster für die Luftschadstoffe CO, NO<sub>x</sub>, HC, SO<sub>2</sub> und Staub wurden bereits in den Jahren 1989 und 1995 für das damalige Smogalarmgebiet Graz erstellt. Aus diesem Grund sowie zwecks optimaler Ausnutzung der eingesetzten Ressourcen soll sich die neuerliche Erhebung nicht nur auf PM<sub>10</sub> und NO<sub>2</sub> beschränken, sondern auch weitere Schadstoffe beinhalten.

Der Emissionskataster Graz stellt eine grundlegende Voraussetzung dar, um die Luftgüteverhältnisse im Stadtgebiet Graz zu beurteilen. Die wichtigsten in die Atmosphäre gelangenden anthropogenen Luftschadstoffe werden erhoben und dokumentiert. Man erhält als Ergebnis einen Überblick über den Anteil einzelner Emittenten oder Emittentengruppen an der Gesamtemission des jeweiligen Schadstoffes.

Der Emissionskataster unterscheidet die Emittentengruppen Verkehr (Straße und Schiene), Haushalte und Industrie und Gewerbe. Erfasst wurden die Schadstoffe NO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NMVOC, CH<sub>4</sub>, Benzol, Feinstaub sowie Schwermetalle. Die Emissionen sind für den Bezugszeitraum eines Kalenderjahres zu ermitteln, wobei jeweils die Jahressummen der Emissionen in Tonnen anzugeben sind. Kann durch die Wahl eines anderen Bezugszeitraumes die Aussagekraft des Emissionskatasters im Hinblick auf die Erstellung eines Maßnahmenkatalogs deutliche verbessert werden, so sind die Emissionsdaten zusätzlich auch für diesen anzugeben. Im folgenden Bericht wurden daher die Emissionsmengen auch bezogen auf Winter- und Sommerhalbjahr ausgegeben.

Der erste Kataster für Luftschadstoffe für die Stadt Graz wurde, wie bereits erwähnt, 1989 erstellt und 1995 fortgeschrieben. In den Jahren seit 1989 wurden die Emissionsmengen reduziert. Einerseits durch den kontinuierlichen technischen Fortschritt, andererseits durch ständige Veränderungen in der Betriebs und Wohnstruktur. Aus genannten Gründen sind die absoluten Emissionsmengen einer ständigen Veränderung unterworfen. Es ist daher notwendig, in periodischen Abständen den Emissionskataster zu aktualisieren.

In diesem Bericht findet sich eine Inventur der Luftschadstoffe für das Bezugjahr 2001 (Ausnahme: Verkehr 2003). Da für die Berechnung der Hausbrandemissionsmengen bzw. Industrie und Gewerbeemissionen die statistischen Daten der Statistik Austria notwendig sind

(Arbeitsstättenzählung bzw. Wohnstättenzählung), beziehen sich diese Teilbereiche in Ermangelung aktueller Daten auf das Bezugsjahr 2001. Durch den Vergleich mit den in den vergangenen Jahren erstellten Emissionskatastern lässt sich die zeitliche Entwicklung der Emissionssituation verfolgen und die Wirksamkeit gesetzter politischer Maßnahmen ableiten.

Die Gesamtemissionen ergeben sich als Summe der Einzelemissionen aus den Bereichen Verkehr, Haushalte sowie Industrie und Gewerbe (siehe Tabelle 1 und Abbildung 1).

Tabelle 1: Gesamtemissionen Graz

Verursachergruppe	Datenersteller	Summe - SO2 (t)	Summe - NOx (t)	Summe - CO (t)	Summe - CO2(1000 t)	Summe - PM10 (t)
Verkehr	Berechnung FVT	27,60	1426,70	2076,00	296,50	154,20
Industrie und Gewerbe	Befragung:FVT Berechnung:ADIP	155,19	725,34	3713,07	508,62	85,72
Hausbrand	Berechnung:ADIP	357,48	370,46	4640,38	523,00	72,05
<b>Gesamtergebnis</b>		<b>540,27</b>	<b>2522,50</b>	<b>10429,44</b>	<b>1328,13</b>	<b>311,97</b>

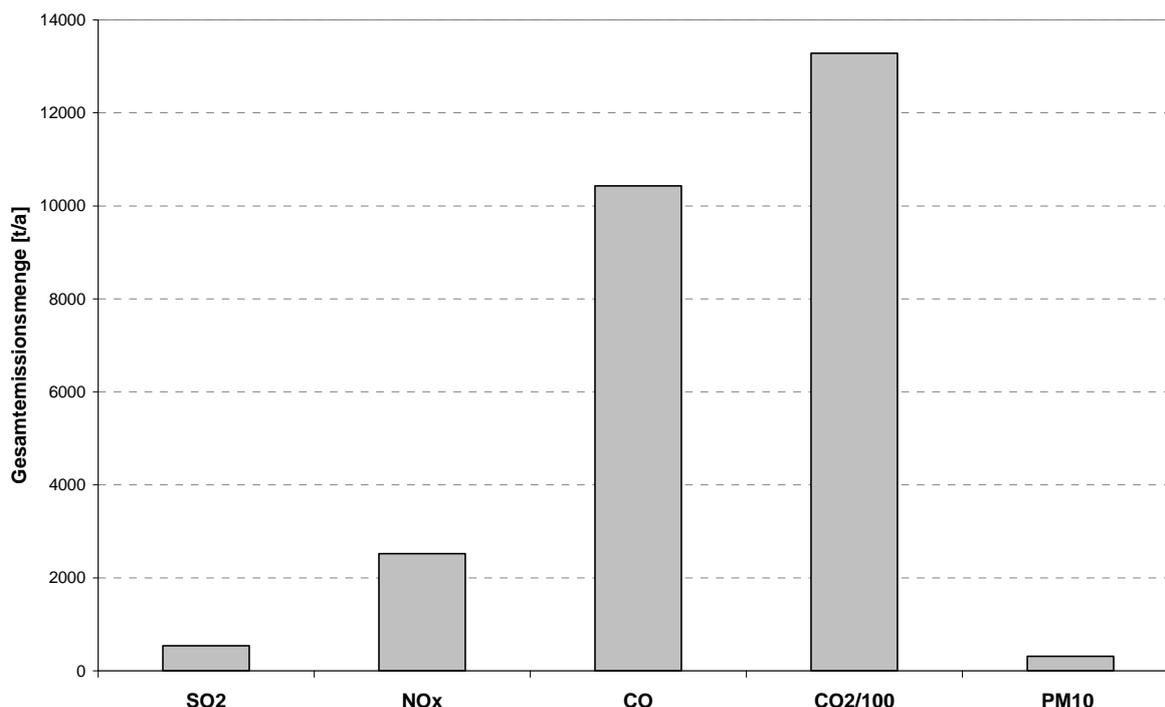


Abbildung 1: Emissionskataster Graz 2001 Gesamtemissionen [t/a]

Die jeweiligen Verursachergruppen tragen unterschiedliche Anteile zur Gesamtemission bei. Einen Überblick vermittelt Abbildung 2.

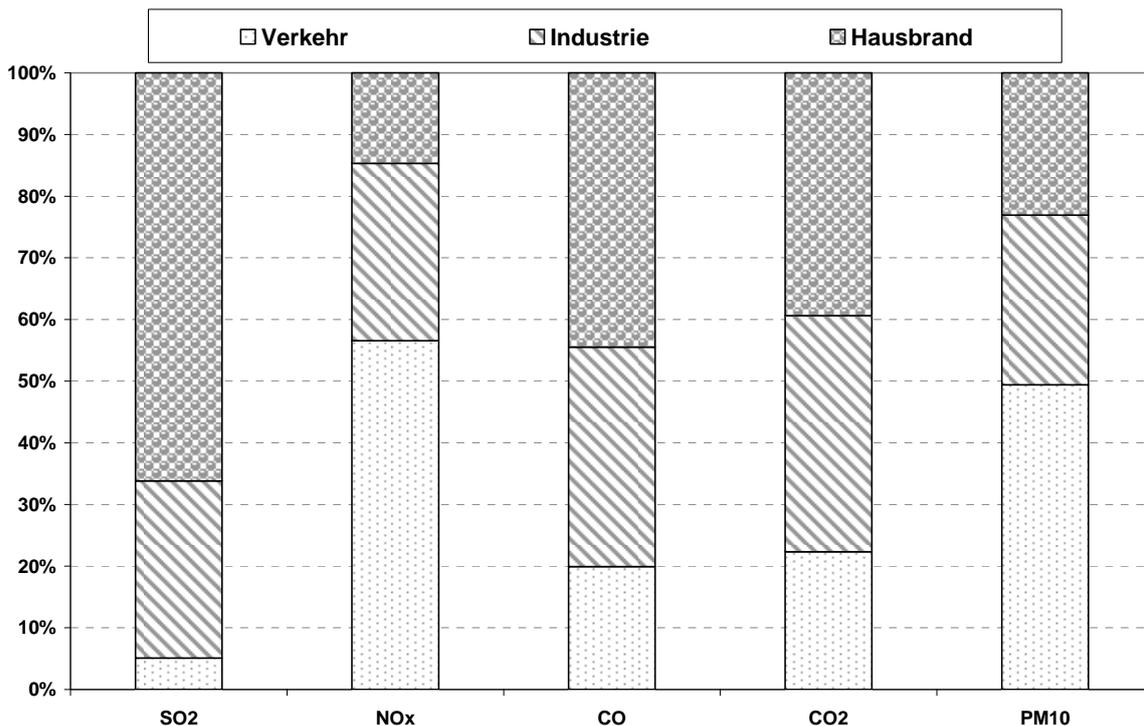


Abbildung 2: Emissionskataster Graz 2001 Verursacheranteile [%]

Betrachtet man die zeitliche Entwicklung, kann man den allgemeinen Trend in der Emissionssituation beurteilen und abschätzen, ob gesetzte Steuerungsmechanismen zu den gewünschten Zielen führen.

Zwischen den einzelnen Bezugjahren ändern sich zum Beispiel beim Sektor Verkehr einerseits die Aktivitätsdaten (Fahrleistungen) und die Emissionsfaktoren der Fahrzeugflotte (durch verbesserte Technologien sowie dem Ausscheiden älterer Modelle mit vermehrten Emissionen), andererseits werden auch die Berechnungsmethoden weiterentwickelt. Für einen Vergleich ist es daher nötig die vergangene Emissionsberechnung 1995 mit den neuen methodischen Ansätzen neu zu berechnen. Für den Sektor Verkehr zeigt sich zum Beispiel, dass sich im Vergleich zum Emissionskataster 1995 die Methodik zur Berechnung der Kaltstartemissionen grundlegend verändert hat. Darüber hinaus ergeben sich durch die Verwendung der neuen Emissionsdatensätze für 1995 teilweise beträchtliche Unterschiede [4].

Die Gesamtmenge der Schadstoffemissionen in Graz hat sich in den Jahren zwischen 1995 und 2001 wie folgt verändert. Es zeigt sich dass sich die Emissionsmengen von Schwefeldioxid SO<sub>2</sub> und Kohlenmonoxid CO seit 1995 stark rückläufig sind. Bezogen auf die

Feinstaubemissionen wurden im Jahr 2001, verglichen mit 1995, 23 % weniger emittiert. Alle anderen Schadstoffemissionen (NO<sub>x</sub> bzw. CO<sub>2</sub>) ändern sich geringfügig.

Tabelle 2 Emissionskataster Graz 2001 relative Veränderungen (1995 entspr. 100%)

[t/a]	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
Gesamt 1995	1286	2367	18499	1026995	372
Gesamt 2001	540	2523	10429	1328130	312
<b>Änderung [%]</b>	<b>-58%</b>	<b>+7%</b>	<b>-44%</b>	<b>+29%</b>	<b>-16%</b>

## **2 Allgemein**

### **2.1 Einleitung**

Emissionskataster bilden die notwendige Grundlage um Emissionszustände wie sie in bestimmten Beurteilungsräumen herrschen, zu beschreiben. Werden diese Kataster in regelmäßigen Abständen aktualisiert und überarbeitet, lässt sich die zeitliche Änderung der Emissionssituation verfolgen und die Wirksamkeit umweltpolitischer Maßnahmen ableiten.

In Graz wurde erstmals 1988 ein Emissionskataster erstellt, der 1995 überarbeitet und aktualisiert wurde. Zwischen 1988 und 1995 hat sich die Emissionssituation deutlich verbessert [1]. Zwischen 1995 und 2001 konnte dieser Trend fortgesetzt werden. Die Reduktion begründet sich einerseits in der stetigen Weiterentwicklung der Technologie aber auch in der Veränderung der Betriebs- und Wohnungsstruktur im Betrachtungsgebiet.

Dieser Bericht beinhaltet den Emissionskataster für Luftschadstoffe im Bezugsjahr 2001 für alle Berechnungen die auf den Daten der Statistik Austria basieren (Hausbrand, Industrie und Gewerbe). Eine Ausnahme dazu bildet der Verkehr. Da hier bereits neuere Datensätze (Verkehrszählungen, Hochrechnungen) vorliegen, weist dieser Teil das Bezugjahr 2003 auf.

### **2.2 Funktion des Emissionskatasters**

Der Emissionskataster beinhaltet die wichtigsten in die Luft freigesetzten anthropogenen Schadstoffe im Stadtgebiet Graz. Die erhobenen und berechneten Emissionsdaten sind zu Jahresgesamtwerten zusammengefasst und in grafischer Form ortsgetreu zugeordnet dargestellt. Die Darstellung erfolgt als Flächenbelastung in Rasterform.

Alle relevanten Emissionsdaten sind in Form einer Datenbank gespeichert. Sie geben Aufschluss über räumliche und zeitliche Verläufe der Emissionsmengen getrennt nach den Verursachergruppen Verkehr, Hausbrand, Industrie und Gewerbe.

Grundlage für die Vorgangsweise zur Erstellung des Katasters ist die ÖNORM M 9470 [3] sowie das Pflichtenheft [2]. Die angestrebte Genauigkeit entspricht in der Regel der Stufe 2 mit Abweichungen bei einzelnen Verursachern und Schadstoffen.

Die räumliche Auflösung des Katasters erfolgt mit Rasterzellen zu 250 m mal 250 m, die zeitliche Auflösung wurde mit einer Halbjahresspanne festgelegt. NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub> in Graz weisen langfristig Grenzwertüberschreitungen nach IG-Luft auf. Vor allem in Hinblick auf die derzeitige Feinstaubproblematik müssen längere Betrachtungszeiträume gewählt werden, um umweltpolitische Maßnahmen beurteilen zu können.

### 2.3 Kurzbeschreibung der erfassten Schadstoffe

Folgende Schadstoffe wurden im Emissionskataster Graz 2001 erfasst:

*Kohlenmonoxid (CO):* Es entsteht bei unvollständiger Verbrennung in Motoren und Feuerungsanlagen. In den letzten Jahren hat die CO-Emission merklich abgenommen, so dass es aus der Sicht der Luftgüte heute kaum mehr Probleme mit diesem Schadstoff gibt. Die medizinische Wirkung liegt in der Beeinträchtigung des Sauerstofftransportes im Blut.

*Kohlenwasserstoffe (HC):* Die Kohlenwasserstoffe stellen eine Gruppe einer Vielzahl von unterschiedlichen organischen Kohlenstoffverbindungen dar. Sie werden bei unvollständiger Verbrennung und durch Verdunstung von Kraftstoffen und Lösungsmitteln emittiert. Wegen ihrer stark unterschiedlichen Giftigkeit gibt es keinen medizinischen Grenzwert für die Gesamt – HC Belastung. Für einzelne Komponenten sind Grenzwerte vorhanden (z.B. Benzol). Erhoben wird der Summenwert an Gesamt HC, da nur für diese Emissionsfaktoren vorliegen. Kohlenwasserstoffe spielen außerdem bei der Umwandlung der Stickoxide und bei der Bildung von Ozon (O<sub>3</sub>) eine große Rolle. Die Angabe erfolgt in NMHC (Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe) und in Methan (CH<sub>4</sub>). Die ausgegebenen Benzolemissionen sind ein Teilwert der angegebenen Kohlenwasserstoffemissionen (HC).

*Benzol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>):* Als Teil der HC Emissionen wird Benzol separat ausgegeben. Benzol wird dem Treibstoff zugesetzt, um die Klopfestigkeit zu erhöhen. Benzol wird als kanzerogen eingestuft, und ist aufgrund seiner leichten Verdunstbarkeit (hohe relative Flüchtigkeit) emissionsrelevant.

*Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>):* Sie entstehen vorwiegend bei der Verbrennung bei hohen Temperaturen in Motoren und Feuerungsanlagen, überwiegend als Stickstoffmonoxid (NO). Dieses wird in der Atmosphäre teilweise zu dem giftigeren Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) umgewandelt. Stickstoffdioxid greift als wasserlösliches Gas vorwiegend die Schleimhäute des Atemtrakts an. Vereinzelt kommt es bei NO<sub>2</sub> zu Überschreitungen von lufthygienischen Grenzwerten (Immissionsgrenzwerte).

*Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>):* Es entsteht bei der Verbrennung schwefelhaltiger Brennstoffe und bei industriellen Prozessen. Die SO<sub>2</sub> Emissionen sind in den vergangenen Jahren merklich zurückgegangen. Grenzwertüberschreitungen wurden in den letzten Jahren nicht registriert. Trotzdem ist die SO<sub>2</sub> Belastung im Raum Graz zu beachten. Die medizinische

Relevanz liegt in der Wirkung als wasserlösliches Reizgas auf die Schleimhäute der Augen und der oberen Atemwege.

*Feinstaub und PM<sub>10</sub>*: Schwebestaub und Partikel entstehen bei Verbrennungs-, Produktions- und Verarbeitungsprozessen. PM<sub>10</sub> bezeichnet Partikel die kleiner 10 Mikrometer sind und ungehindert in den Lungentrakt gelangen können. Feinstaub besteht aus einer Vielzahl an chemischen Substanzen mit unterschiedlicher Giftigkeit. Lungengängige Partikel wirken jedenfalls als Reizstoff, auch wenn die Substanz an sich unschädlich ist. Die vom Verkehr emittierten Partikel bestehen zum überwiegenden Teil aus Ruß, dem eine karzinogene Wirkung zugeschrieben wird. In der vorliegenden Arbeit wurde ebenfalls der PM<sub>10</sub> Anteil des vom Verkehr aufgewirbelten Staubes erfasst. Dabei liegen hier sehr große Unsicherheiten in Bezug auf die tatsächlichen Emissionsfaktoren vor, wobei Einflussfaktoren wie Nässe oder Straßenreinigung nicht berücksichtigt wurden.

*Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)*: Um auch die Emission an klimarelevanten Emittenten zu berücksichtigen und umweltpolitische Zielsetzungen prüfbar zu machen, wurden auch die CO<sub>2</sub>- Emissionen erfasst.

### 3 Grundlagen des Emissionskatasters

Grundlage bei der Erstellung des Emissionskatasters ist die ÖNORM M 9470, die den prinzipiellen Aufbau, die methodische Vorgangweise und den Detaillierungsgrad definiert.

#### 3.1 Detaillierungsgrad

Der Detaillierungsgrad der Katastererstellung ist gemäß ÖNORM M 9470 und Pflichtenheft der Auftragsstellung festgelegt. Die Anforderungen wurden wie folgt definiert:

Emittentengruppe	Genauigkeitsstufe	Auswertung
Kraft- und Fernheizkraftwerke	III	detaillierte Vollerhebung, in CO <sub>2</sub> Bilanz explizit berücksichtigt
Industrie und produzierendes Großgewerbe (> 20 Mitarbeiter)	III	Vollerhebung mit Hilfe der MA23, Stadt Graz und Wirtschaftskammer Steiermark
Kleinindustrie und produzierendes Kleingewerbe (< 20 Mitarbeiter)	II	Stichprobenerhebung, Berechnung über Daten der Statistik Austria
Fremdenverkehr	II	Verwendung vorhandener Statistiken, Vollerhebung bei mehr als 150 Betten
Handel, Lagerung	II	Stichprobenerhebung, Verwendung vorhandener Statistiken
Landwirtschaft	II	Verwendung vorhandene Statistiken und Kenngrößen
Sonstige: Öffentliche Gebäude, Gesundheitswesen	II	Stichprobenerhebung, Verwendung vorhandener Statistiken
Private Haushalte, Wärmeleistung < 2 MW	II	Verwendung vorhandener Statistiken, ergänzt durch Erhebungen
Straßenverkehr	III	Verkehrsrelevante Straßen als Linienquellen, Parkplätze als Punktquellen, Verkehrsmenge aus mathematischen Modellen unter Berücksichtigung spezieller Verkehrszählungen
Schienenverkehr	III	Schiennetz als Linienquelle, Verschubverkehr als Flächenquelle

Ziel ist es diese Vorgaben einzuhalten, bei einigen Schadstoffen bzw. Emittentengruppen mussten jedoch Abstriche gemacht werden. Bei einigen Schadstoffen sind die Erhebungsdaten genauer als die Emissionsfaktoren in der Literatur wie auch umgekehrt. Die Abweichungen von den geforderten Genauigkeiten sind in den betroffenen Kapiteln vermerkt.

Der Emissionskataster ist funktionell in die Gruppen Verkehr (unterschieden wird in Straße und Schiene), Hausbrand sowie Industrie und Gewerbe unterteilt, wobei die Emissionen der letztgenannten Gruppe den diversen Branchen gemäß ÖNACE zugeordnet ist.

Die räumliche Auflösung ist mit Rasterflächen zu 250 m x 250 m festgelegt. Der zeitliche Verlauf der Emissionen liegt in Halbjahreswerten vor.

### **3.2 Systematik**

Um eine internationale Vergleichbarkeit zu ermöglichen, wurde als Nomenklatur der SNAP-Code (Selected Nomenclature of Air Pollutants) festgelegt. Diese Systematik beinhaltet eine Emittentenzuordnung gemäß den Aktivitäten. Demgegenüber steht die Datenerhebungssystematik der Statistik Austria (ÖNACE-Code).

### **3.3 Ermittlung der Emissionen**

Die Bestimmung der Emissionsmengen erfordert Rechenmodelle. Bei ortsfesten Emittenten ist es zwar theoretisch möglich jeden einzelnen Emittenten messtechnisch zu erfassen, bei mobilen Quellen ist dies weder theoretisch noch praktisch möglich. Das bedeutet, dass im Rahmen des Katasters der Großteil der stationären Quellen und die Gesamtheit der mobilen Quellen unter Verwendung geeigneter Emissionsfaktoren mit Hilfe von Berechnungsmodellen ermittelt werden.

Das Grundschema der Berechnung ist sehr einfach, da sich Emissionsmengen als Emissionsfaktor mal Aktivitätsdaten errechnen lassen. Die Emissionsfaktoren liegen vor und müssen an die lokalen Gegebenheiten angepasst werden. Die Aktivitätsdaten (z.B. Fahrleistung, Energieverbrauch, Betriebsstunden, Mitarbeiteranzahl udg.) müssen erhoben werden. Die Emissionsfaktoren und Aktivitätsdaten unterscheiden sich für die einzelnen Emittentengruppen in ihrer Struktur. Eine detaillierte Beschreibung der eingesetzten Rechenmodelle ist in den entsprechenden Kapiteln bzw. Teilberichten angeführt.

## 4 Berechnungsmethodik

Der Emissionskataster hat Emissionsangaben für alle jene Emittenten und Emittentengruppen zu beinhalten, deren Emissionen erwarten lassen, dass sie wesentlich zur Emission in Graz beitragen. Als Emittenten oder Emittentengruppen, welche wesentlich zu den Emissionen im Sanierungsgebiet beitragen, sind gemäß [1] grundsätzlich solche zu betrachten, welche mehr als 0,1% zu den gesamten Emissionen eines Luftschadstoffs im Untersuchungsgebiet beitragen. Im Fall des Emissionskatasters werden die Emissionen drei Verursachergruppen zugeteilt:

- Verkehr
- Industrie und Gewerbe
- Haushalte und Sonstige

In diesen drei Verursachergruppen werden unterschiedliche Methoden zur Berechnung der Emissionen herangezogen abhängig von den zur Verfügung stehenden Daten. Tabelle 3 gibt einen Überblick.

Tabelle 3 Überblick über die Teilgebiete und angewandten Berechnungsmethodik bezogen auf die einzelnen Verursachergruppen

Verursachergruppe	Datenersteller	Objekt_d.Emission	Berechnungsgrundlage
Verkehr	Berechnung:FVT	Fahrzeuge	Verkehrsaufkommen
Industrie u. Gewerbe	Befragung:FVT	AE_Arb.St.d.Befrag.	Mitarbeiter
	Berechnung:ADIP	AX_sonst.Arb.St.	Energieverbrauch
Hausbrand	Berechnung:ADIP	AE_Arb.St.d.Befrag.	Energieverbrauch
		AX_sonst.Arb.St.	Energieverbrauch
		Wohnung	Energieverbrauch

### 4.1 Methodik Verkehr

#### 4.1.1 Rechenmodell für den Straßenverkehr

Eine genaue Beschreibung der Rechenmodelle, Eingangsdaten und Detailergebnisse sind dem Teilbericht über Verkehrsemissionen zu entnehmen [4].

Die Berechnung der Emissionsmengen erfolgt mit dem einfachen multiplikativen Ansatz von Emissionsmenge = gefahrene Fahrleistung pro Fahrzeugkategorie x Emissionsfaktor. Die gefahrenen Fahrleistungen ergeben sich aus den Verkehrsdaten, die vom Büro IBV für das Untersuchungsgebiet ermittelt wurden [6], gepaart mit den jeweiligen Streckenlängen. Die

Emissionsfaktoren wurden dem Emissionsfaktorenhandbuch des Umweltbundesamtes in der Version HBEFA 2.1 aus dem Jahr 2004 entnommen. Das Emissionsfaktorenhandbuch behandelt ausschließlich jene Emissionen, die über den Auspuff an die Umgebung abgegeben werden. In Bezug auf Partikelemissionen spielen jedoch noch andere Aspekte eine wesentliche Rolle (Reifen, Bremsen, Kupplung und Straße sowie aufgewirbelter Straßenstaub). Diese wurden als eigener Punkt (PM<sub>10</sub> non-exhaust) berücksichtigt.

Die jahreszeitliche Aufteilung erfolgt dahingehend, dass die Emissionen des ersten und vierten Quartals dem Winterhalbjahr zugeordnet werden, die Emissionen des zweiten bis dritten Quartals dem Sommerhalbjahr. In die Berechnung mit eingeflossen sind darüber hinaus die Tages-, Wochen- und Halbmonatsganglinie. Zusätzlich wurde der unterschiedliche Tagesgang von LKW, PKW und Bus (öffentlicher Verkehr) ermittelt.

Darüber hinaus wurde die Kaltstartemissionen, die Verdunstungsemissionen und die Emissionen auf den Abstellflächen im Rahmen des Emissionskatasters in der Berechnung berücksichtigt. Eine detaillierte Beschreibung der Berechnungsmethodik ist im Teilbericht Verkehr angeführt [4].

#### **4.1.2 Rechenmodell für den Schienenverkehr**

Die Emissionen der nicht elektrifizierten Schienenstrecken (West- bzw. Ostbahn) werden, da das Fahrverhalten von Schienenfahrzeugen relativ gleichmäßig ist, über den Kraftstoffverbrauch ermittelt. Aus den von der GKB und ÖBB zur Verfügung gestellten Fahrplänen (Personen- und Güterverkehr) wurden streckenweise über die Streckenlänge und durchschnittlichen Emissionsfaktoren für Personen-, Güter- und Verschubverkehr, die Gesamtmenge an Schadstoffen ermittelt.

#### **4.2 Methodik „energiebasierte Emissionsrechnung“ (Hausbrand, Teilbereich v. Industrie u. Gewerbe)**

Auf der Basis der verfügbaren Daten und der erforderlichen Abstimmungen zwischen den Datenquellen (Konsistenzanforderungen) sind zur Ermittlung der Emissionsstoffgruppen statistikbasierte Modellrechnungen unter Berücksichtigung verfügbarer statistischer „Rahmenbedingungen“ durchgeführt worden. Die Modellrechnungen erfolgten zweistufig:

- Zuerst die rechnerische Ermittlung des hochdifferenzierten energetischen Endverbrauches EEV nach Zählsprengeln bzw. nach weiteren Gliederungen;

- anschließend erfolgten die nach Stoffgruppen getrennten Ermittlungen der Emissionsmengen EMI auf Basis des Energieverbrauches EEV (Emissionen als Produkt aus Energiemenge x Emissionsfaktor).

Die Berechnungen des energetischen Endverbrauches EEV ist in 2 Bereichen durchgeführt worden nämlich

- zuerst im Bereich der „privaten Haushalte“ (auf der Basis der Wohnungszählung 2001)
- und anschließend im Bereich der Arbeitsstätten (auf der Basis der Arbeitsstättenzählung 2001). Dieser Bereich wurde berechnet auf der Basis des EEV für ganz Graz (Energiegesamtrechnung) unter „Subtraktion“ des EEV der zuvor ermittelten „privaten Haushalte“ und des EEV aus den direkt erhobenen Arbeitsstätten nach 4.3.

Auf Basis der Daten des tief gegliederten Endverbrauches EEV erfolgt durch die Multiplikation mit „mittleren Emissionsfaktoren“ die Emissionsmengenberechnungen für jede Stoffgruppe (in kg bzw. t), für jeden Wohnungstyp/Fachbereich und für jeden Zählsprengel. Die dabei verwendeten Zahlenwerten der „mittleren Emissionsfaktoren“ (siehe Tabelle 7 und Tabelle 8) sind aus den Emissionsfaktoren der Energiegesamtrechnung so abgeleitet worden,

- dass die Emissionsmenge jeder Stoffgruppe summiert über ganz Graz dem Wert der Energiegesamtrechnung (EGR) gleicht und
- dass die zu den Gliederungen des EEV passende Gliederungstiefe gegeben ist.

Schließlich sind auf Basis der tief gegliederten Daten des EEV und der Emissionen die Verursacherbereiche „Hausbrand“ und „Industrie/Gewerbereiche“ einvernehmlich mit dem Auftraggeber so abgegrenzt worden:

- zur Gruppe „Hausbrand“ gehören die privaten Haushalte (Wohnungen) und 3 Fachbereiche (Büros, Krankenhäuser und Fremdenverkehr)
- zur Gruppe „Industrie/Gewerbereiche“ gehören die restlichen Arbeitsstätten – zusammen mit den Arbeitsstätten der Befragung.

Die detaillierte Darstellung der Berechnungen erfolgt im Teilbericht „Industrie u. Gewerbe und Hausbrand“[5]. Im Folgenden wird die Berechnungsmethodik des energetischen Endverbrauches EEV in den beiden Bereichen beschrieben.

#### ***4.2.1 Rechenmodell für den EEV im Bereich der privaten Haushalte (Wohnungen)***

Für die Zwecke des Emissionskatasters sind aus der Wohnungsstatistik von Statistik Austria Kombinationen der Merkmale von zwei Gliederungskriterien (V89 „verwendeter Energieträger für Wohnungsheizung“ und P18 „Heizungsanlage in Wohnungen“) so definiert worden, dass sie faktisch 11 „Wohnungstypen“ ergeben haben (gekennzeichnet durch W21 bis W53 in Tabelle 9).

Der EEV wird berechnet als Produkt der Wohnungszahlen (je Wohnungstyp) mit Energiekennzahlen die sicherstellen, dass der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte mit den Werten aus der EGR für ganz Graz harmonieren.

Der so gewonnene EEV für die privaten Haushalte ist nicht nur die Basis für die nachfolgende Emissionsrechnung sondern auch für die EEV-Berechnungen in allen nicht befragten Arbeitsstätten.

#### ***4.2.2 Rechenmodell für den EEV der Arbeitsstätten, die nicht Gegenstand der Erhebung waren***

Basis der Berechnungen des EEV sind die Arbeitsstättendaten der Statistik Austria reduziert um die direkt erhobenen und somit ausgeklammerten Arbeitsstätten (sie sind ggf. in Tabellen mit AE gekennzeichnet). Diese „Arbeitsstätten-Restmenge“ wird ggf. mit AX bezeichnet.

Der tief gegliederte Endverbrauch der AX-Arbeitsstätten wird im wesentlichen als Produkt der Beschäftigten in jeder Arbeitsstätte und spezifischen Energiekennzahlen je Beschäftigten ermittelt.

Der Gesamtwert des Endverbrauches für die AX-Arbeitsstätten ergibt aus dem EEV-Gesamtwert für ganz Graz (ohne Fahrzeuge) nach Subtraktion

- EEV der privaten Haushalte und
- des EEV der Arbeitsstätten aus der Befragung.

Für die Emissionsrechnung benötigt wird jedoch eine tiefe Gliederung des EEV insbesondere nach Fachbereichen, Zählspengeln und Energieträgern, Verwendungsarten etc. Diese tiefe Gliederung de EEV wird über ein log-lineares Modell mit definierten Randbedingungen aus

den Datengrundlagen und vorhergehenden Berechnungen ermittelt – u.a. dem EEV aus der Energiegesamtrechnung. Details werden im Teilbericht „Industrie u. Gewerbe und Hausbrand“ [5] ausgeführt.

### **4.3 Methodik Industrie**

Zur Bestimmung der Industriemissionen wurden zwei unterschiedliche methodische Ansätze herangezogen.

- Jene Betriebe deren Emissionen einen deutlichen Anteil zu den Gesamtemissionen beitragen wurden direkt erhoben.
- Die verbleibenden (d.h. die nicht erhobenen) Industrie- und Gewerbebetriebe wurden auf Basis der Beschäftigten der Arbeitsstättenzählung und Energiegesamtrechnung (EGR) von -ADIP Graz statistisch berechnet. Der Berechnung erfolgt nach der Methodik von Kapitel 4.2.

#### **4.3.1 Datenerhebung**

Die Wirtschaftskammer Steiermark hat einen Auszug aus ihrer Datenbank der Grazer Gewerbebetriebe für die Befragung zur Verfügung gestellt. Es sind insgesamt 12.286 Einzelbetriebe angeführt, die gemäß der Fachbereiche in 18 Prozesskategorien unterschieden werden. Die Betriebe sind gemäß der Systematik der Wirtschaftskammer speziellen Fach- und Berufsgruppen zugeordnet. Diese Systematik wurde in einem ersten Schritt in den ÖNACE-Code übergeführt, da die Daten der Arbeitsstättenzählung von der Statistik Austria der ÖNACE-Systematik unterliegen.

Im weiteren wurden aus der Fülle von Codes jene ausgewählt, von denen angenommen wurde, dass gesteigerte (prozessbedingte) Emissionen auftreten. Ziel ist es Betriebe mit mehr als 20 Mitarbeitern voll zu erheben, Betriebe mit weniger als 20 Mitarbeitern werde auf Basis einer repräsentativen Stichprobenanzahl erhoben. Die Stichprobengröße wurde vom Statistik Institut der TU Graz unter Berücksichtigung der Fragebogenkategorie festgelegt.

In weiterer Folge wurden die ausgewählten ÖNACE-Codes den 18 produktionspezifischen Fragebögen zugeordnet. Ergänzt wurde die Liste der befragten Betriebe noch durch öffentliche Betriebe, die in der Wirtschaftskammer nicht als Gewerbebetrieb registriert sind. Insgesamt wurden 701 Betriebe schriftlich kontaktiert.

Es hat sich gezeigt, dass vor allem bei kleinen Betrieben die Angabe prozessbedingter Emissionen schwierig ist, da die Produktion meist vielfältig ist und nur wenige Arbeitsschritte kontinuierlich durchgeführt werden.

#### ***4.3.2 Datenverarbeitung***

Alle Daten sind in einer MS-Access-Datenbank gespeichert und können zur Berechnung der emittierten Schadstoffmengen abgefragt werden. Die Datenbank ist so aufgebaut, dass sie jederzeit für andere Bereiche erweitert werden kann. Gegliedert ist die Datenbank in allgemeine Firmendaten, abluftrelevante Daten, feuerungsrelevante Daten und produktionsspezifische Emissionen. Aus diesen Daten können für konkrete Fragestellungen geeignete Abfragen generiert werden.

#### ***4.3.3 Datenauswertung***

Aufgrund der geringen Rücklaufquote musste der Großteil der Betriebe über statistische Daten ausgewertet werden. Aber auch die erhobenen Betriebe sendeten teilweise nur mangelhaft ausgefüllte Fragebogen retour. Viele der Betriebe waren mit den Fragen überfordert bzw. nicht gewillt die notwendigen Arbeiten freiwillig durchzuführen. Es zeigt sich, dass das Fehlen einer gesetzlichen Grundlage für derartige Aufgabenstellungen negative Auswirkungen auf eine nach IG-Luft vorgeschriebenen Emissionserhebung hat.

## **5 Verkehrsemissionen, Bezugsjahr 2003**

Die Emissionen des Verkehrs stellen bei vielen Schadstoffen den Hauptanteil dar. Innerhalb dieser Gruppe überwiegt der Individualverkehr. Der öffentliche Verkehr spielt bezogen auf die jährlichen Fahrleistungen, nur eine untergeordnete Rolle. Grundsätzlich wird der Verkehr in Straße und Schiene unterteilt. Der Luftverkehr wird im Rahmen des Emissionskatasters Graz nicht erfasst, motorisierter Verkehr auf Wasserwegen und –flächen ist nicht vorhanden.

Die Emissionen des Sektors Verkehr unterteilen sich in die Emissionsmengen während der Fahrt, den Kaltstartemissionen, den Verdunstungsemissionen und den Emissionen der Abstellflächen.

### ***5.1.1 Emission während der Fahrt (Motorbetriebszustand warm)***

Unter diesem Punkt sind die Emissionsmengen berücksichtigt, die während der Fahrt eines Kraftfahrzeuges unter Betriebstemperatur auftreten. Die Mehremissionen, während der Motor noch kühl bzw. kalt ist, fallen unter den nachfolgenden Punkt.

Die Emissionen werden als Liniequellen bezogen auf einzelne Straßenzüge ausgegeben.

### ***5.1.2 Kaltstartemissionen***

Fahrzeuge mit Motoren, die noch nicht Betriebstemperatur erreicht haben, weisen gegenüber Fahrzeugen mit betriebswarmem Motor ein verändertes Emissionsverhalten auf. Zusätzlich beeinflusst die Außentemperatur das Emissionsverhalten, da niedrige Temperaturen die Warmlaufphase des Motors merklich verlängern. Bei der Berechnung wurde dieser Umstand dahingehend berücksichtigt, dass unterschiedliche Emissionsfaktoren für die Jahreszeiten Frühling, Sommer, Herbst und Winter verwendet wurden.

Bei LKW bzw. Bussen sind die Kaltstartemissionen aufgrund der hohen täglichen Fahrleistung im Vergleich zu den Emissionen während der Fahrt vernachlässigbar. Im Gegensatz dazu zeichnen sich die meisten PKW Fahrten im Stadtgebiet durch kurze Fahrtstrecken und lange Stehzeiten aus (ausgenommen sind Taxis). Aus oben genannten Gründen wird der Kaltstart nur bei jenen Personenkraftwagen berücksichtigt, die eine vorangegangene Standzeit von mehr als 4 Stunden aufweisen. Die Kaltstartemissionen werden als Flächenquellen den Ursprungs- bzw. Umgebungsverkehrsbezirken (abh. von der Lage und Größe des Verkehrsbezirkes und der anschließenden Fahrtweite) zugeordnet.

### **5.1.3 Verdunstungsemissionen**

Verdunstungsemissionen treten bei abgestellten Fahrzeugen auf, wobei ausschließlich leicht flüchtige Kohlenwasserstoffe emittiert werden. Unterteilt werden Verdunstungsemissionen in Warm- bzw. Heißabstellemissionen (warm / hot soaks) und Tankatmungsemissionen (diurnals). Running Losses wurden im Rahmen der Berechnung nicht berücksichtigt, da keine aussagekräftige Datenbasis für Emissionsfaktoren zur Verfügung steht. Untersuchungen in den USA [8] weisen jedoch darauf hin, dass der Anteil der Running Losses an den Kohlenwasserstoffgesamtemissionen nicht unerheblich ist.

Der entscheidende Parameter ist die Tankausstattung (mit oder ohne Aktivkohlefalle) und ob es sich um ein Benzin- oder Dieselfahrzeug handelt. Bei dieselbetriebenen Fahrzeugen sind die Verdunstungsemissionen vernachlässigbar.

Warm- und Heißabstellemissionen (soaks) sind definiert als jene Emissionen, die innerhalb der ersten Stunde nach Abstellen des Fahrzeuges auftreten. Entscheidend für die Menge der emittierten Schadstoffe ist die vorangegangene Fahrtzeit und die damit verbundene Betriebstemperatur des Motors. Bei Fahrtlängen über 5 km spricht man von Heißabstellemissionen.

Tankatmungsemissionen (diurnals) treten während des Tages auf und sind direkt abhängig von den erreichten durchschnittlichen Tagestemperaturen. Um bei der Berechnung einzelne Fahrzeuge nicht mehrmals zu erfassen, wurden einzig Fahrzeuge mit einer Standzeit von mehr als 6 Stunden für die Berechnung herangezogen.

Die Verdunstungsemissionen werden als Flächenquellen den verschiedenen Verkehrsbezirken zugeordnet.

### **5.1.4 Emissionen der Großabstellflächen**

Bei der Berechnung der Emissionen von Kraftfahrzeugen im Bereich von Abstellflächen wird zwischen Park & Ride Parkplätzen und Abstellflächen großer Einkaufszentren unterschieden, da sie gravierende Unterschiede im Nutzungsverhalten aufweisen (Parkdauer, Fahrzeugfrequenz, Verhältnis ein- bzw. ausfahrender Fahrzeuge).

Die berechneten Emissionen werden als Punktquellen gemäß ihrem Standort ausgegeben.

### 5.1.5 Emissionen des Schienenverkehrs

Der Schienenverkehr unterteilt sich in den Personen- und Güterverkehr, der als Liniequelle ausgegeben wird, und dem Verschubverkehr, der als Flächenquelle den 3 Verschubbahnhöfen im Grazer Stadtgebiet zugeteilt wird.

### 5.1.6 Emissionen des gesamten Verkehrssektors 2003

Addiert man alle oben beschriebenen Teilbereiche erhält man die Gesamtemissionsmenge die im Bezugsjahr durch den Verkehr verursacht wurde (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Verkehrsemissionen im Jahr 2003 [t/a]

Gesamtemissionen Verkehr 2003 [t/a]	Emissionsquelle	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	HC	PM <sub>10</sub> exhaust	PM <sub>10</sub> non exhaust	PM <sub>10</sub> gesamt
	Straße gesamt	25,4	1.339,7	1.296,5	280.550,4	171,8	55,5	91,3	146,8
	Kaltstart gesamt	0,7	23,8	749,5	7.989,0	65,2	3,5		3,5
	Verdunstung gesamt					219,2			0,0
	Abstellflächen gesamt	0,1	2,6	19,1	3.263,4	3,6	0,1	1,9	2,0
	Schiene gesamt	1,4	60,7	11,6	4.697,0	4,0	1,9	*	1,9
	<b>Gesamt</b>	<b>27,6</b>	<b>1.426,7</b>	<b>2.076,7</b>	<b>296.499,8</b>	<b>463,8</b>	<b>61,0</b>	<b>93,2</b>	<b>154,2</b>

\* gesicherte Emissionsfaktoren aus mechanischem Abrieb bzw. Aufwirbelung sind derzeit noch nicht verfügbar

## **6 Industrie- und Gewerbe- bzw. Hausbrandemissionen, Bezugsjahr 2001**

Emissionserhebungen in den Sektoren Verkehr bzw. Haushalt stützen sich stark auf statistische Daten und erreichen damit einen verhältnismäßig hohen Genauigkeitsgrad. Im Sektor Industrie und Gewerbe lässt sich der gewünschte Genauigkeitsbereich ohne direkte Befragungen nicht erreichen. Für diesen Bereich wurden daher produktionspezifische Fragebögen entwickelt.

### **6.1 Industrie- und Gewerbe- bzw. Hausbrandemissionen 2001**

Für die Berechnung der Industrie- und Gewerbeemissionen wurden verschiedenen Methoden in Abhängigkeit der vorhandenen Datenbasis verwendet. Für die Auswertung wird jene Methode verwendet, die die größte Genauigkeit besitzt.

Aufgrund dieser Unterscheidung ergeben sich nachfolgende Berechnungsansätze:

Die Bestimmung der Emissionen erfolgte in erster Linie über eine Befragung der Betriebe. Sofern sich aus der Befragung keine ausreichende Datenbasis ergab, wurden die Schadstoffmengen aus den vorhandenen Daten näherungsweise erschlossen. Zu einem kleinen Teil wurden Daten aus dem alten Emissionskataster zur Erstellung der Emissionsfaktoren herangezogen.

Für die Bestimmung der Emissionsfaktoren wurden neben den Befragungsdaten Daten aus der Literatur herangezogen, abgestimmt auf die Grazer Industriesituation. Detaillierte Informationen befinden sich im Teilbericht Industrie und Gewerbe / Hausbrand [5].

Folgende Emissionsfaktoren wurden für die 18 unterschiedlichen Fragebögen ermittelt (siehe Tabelle 6). Im Rahmen der Befragung wurden auch die Fremdenverkehrs-, Bürobetriebe und Krankenhäuser erfasst, die Emissionen wurden jedoch in weiterer Folge dem Sektor Hausbrand zugerechnet. Darüber hinaus konnten aufgrund der anderen Berechnungssystematik die Emissionen von PM<sub>10</sub>, Zn, Cd und Dioxin nur direkt bei den erhobenen Betrieben ermittelt werden (siehe Teilbericht Industrie und Gewerbe / Hausbrand).

Die Emissionen jener Betriebe, die nicht direkt erhoben wurden, wurden basierend auf den Daten der Statistik Austria berechnet.

Für Graz ergeben sich aufgrund der oben genannten Emissionsfaktoren sowie der im Teilbericht Industrie und Gewerbe / Hausbrand [5] detaillierter beschriebenen Berechnungen folgende Gesamtemissionsmenge (siehe dazu auch Tabelle 9).

Tabelle 5: Gesamtemissionen Industrie / Gewerbe und Hausbrand in Graz

Datenersteller	Objekt_d.Emission	Summe - SO2 ( t )	Summe - NOx ( t )	Summe - CO ( t )	Summe - CO2(1000 t)	Summe – PM10 ( t )
Befragung:FVT	AE_Arb.St.d.Befrag.	3,97	85,03	283,17	61,05	3,11
Berechnung: ADIP	AE_Arb.St.d.Befrag.	1,53	17,26	108,59	15,01	1,08
	AX_sonst.Arb.St.	175,62	692,56	3896,02	490,09	93,47
	Wohnungen	331,55	300,95	4065,66	465,48	60,11
<b>Gesamtergebnis</b>		<b>512,67</b>	<b>1095,80</b>	<b>8353,44</b>	<b>1031,63</b>	<b>157,77</b>

Während des Tages variieren die Emissionsmengen je nach Betriebskategorie und Betriebszeiten unterschiedlich stark. Dieses Verhalten kann jedoch nicht wiedergegeben werden. Die Tagesverläufe in der Produktion können aufgrund der vorgenommenen Vereinfachungen in der Berechnung nicht ausgegeben werden.

Die Emissionen der Verursacherguppe Hausbrand sind zwar auf das gesamt Jahr bezogen, es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass ein Großteil der Emissionen in den Wintermonaten freigesetzt wird.

Tabelle 6: Emissionsfaktoren für die Berechnung Industrie und Gewerbe auf Basis der Mitarbeiteranzahl

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	NMVOC	CH <sub>4</sub>	PM <sub>10</sub>	Pb	Zn	Cd	Hg	Dioxin
	kg/(n*a)	kg/(n*a)	kg/(n*a)	kg/(n*a)	kg/(n*a)							
FB	EB <sub>j,1</sub>	EB <sub>j,2</sub>	EB <sub>j,3</sub>	EB <sub>j,4</sub>	EB <sub>j,5</sub>	EB <sub>j,6</sub>	EB <sub>j,8</sub>	EB <sub>j,10</sub>	EB <sub>j,11</sub>	EB <sub>j,12</sub>	EB <sub>j,13</sub>	EB <sub>j,14</sub>
B_1	0,1457	2,0194	2,9342	2609,08	569,9521	0,0524	0,0346	2,8016E-05	4,79E-05	1,70E-05	4,23E-06	1,91E-11
D_2	0,3069	0,9090	1,2833	1310,11	398,4818	0,0229	0,0124	3,3030E-05	1,98E-05	6,74E-06	4,12E-06	7,80E-12
KW_3	0,0056	9,7779	1,1776	4122,21	0,1443	0,4218	0	0	0	0	0	0
G_5	0,0418	0,9558	7,2439	175,03	14,3231	4,1143	0,1496	1,8878E-05	1,66E-04	7,08E-06	3,67E-06	9,96E-11
GW_6	0,0144	0,1964	0,1796	261,60	61,8621	0,0047	0,0010	1,1007E-06	4,40E-07	2,20E-07	3,33E-07	2,44E-13
H_7	0,0418	0,3035	7,2439	175,03	82,5812	0,0378	1,1022	1,8878E-05	1,66E-04	7,08E-06	3,67E-06	9,96E-11
I_8	0,0225	0,0210	0,0335	37,45	0,0005	0,0005	0,0002	2,4964E-06	9,99E-07	4,99E-07	2,50E-07	2,50E-13
K_9	0,0068	0,2866	0,2525	375,31	315,0068	0,0068	0,0014	0,0000E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,41E-07	2,05E-13
C_10	2,0431	3,9029	4,7678	5997,47	409,3544	0,0929	0,0319	2,2162E-04	8,86E-05	4,43E-05	2,46E-05	2,36E-11
M_11	3,4145	4,9893	32,6135	6703,17	112,3774	0,1075	1,9124	3,2290E-03	1,55E-02	7,93E-05	1,42E-05	1,15E-08
N_12	0,4942	5,7187	6,0014	7425,01	14,1930	0,1320	1,1248	4,1161E-05	1,65E-05	8,23E-06	1,03E-05	6,13E-09
R_13	0,0708	0,0661	0,1054	118,03	61,8590	0,0016	0,2529	7,8684E-06	3,15E-06	1,57E-06	7,87E-07	7,87E-13
S_14	0,4833	1,2496	2,2878	1175,81	0,2226	0,0481	0,1493	7,0015E-04	5,15E-04	2,33E-04	3,43E-04	3,79E-11
T_15	0,0528	2,2183	1,9542	2904,95	614,4666	0,0528	0,0106	0,0000E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,64E-06	1,58E-12
UBB	0,0418	0,3035	7,2439	175,03	61,8720	0,0378	0,1496	1,8878E-05	1,66E-04	7,08E-06	3,67E-06	9,96E-11

Tabelle 7: Emissionsfaktoren für die Berechnung Industrie und Gewerbe auf Basis des Energieverbrauchs

Emissionsfaktoren Betriebe			SO <sub>2</sub> (kg/TJ)	NO <sub>x</sub> (kg/TJ)	CO (kg/TJ)	PM10 (kg/TJ)	F (kg/TJ)	Cl (kg/TJ)	HCHO (kg/TJ)	Pb (kg/TJ)	Cd (kg/TJ)	BaP (kg/TJ)	CxHy (kg/TJ)	CO <sub>2</sub> (t/TJ)	CO <sub>2</sub> relevant (t/TJ)
Dienstleistungs- betriebe	1 Kohlen	Raumwärme	576,941	151,142	4450,157	217,156	0,489	8,932	0,100	0,297	0,015	66,003	584,362	94,072	94,072
		Prozessenergie	575,160	147,419	4265,436	204,219	0,453	8,324	0,100	0,273	0,013	62,463	536,300	94,283	94,283
	2 Öl	Raumwärme	51,431	53,947	140,781	1,689	0,002	0,020	3,091			1,089	2,033	75,544	75,544
		Prozessenergie	33,326	281,518	3899,644	41,787	0,076	1,011	38,633	0,010		45,679	98,158	87,316	87,316
	3 Gase	Raumwärme		44,000	39,000				1,530			1,000	0,500	55,000	55,000
		Prozessenergie	0,001	44,009	38,997				1,530			1,000	0,500	55,000	55,000
	4 BiogenE	Raumwärme	11,000	104,275	1629,004	61,985	0,150	2,000	75,000			83,130	42,595	100,458	
		Prozessenergie	11,000	96,993	1920,290	51,790	0,150	2,000	75,000			74,391	58,616	101,041	
sachgütererzeugende Betriebe	1 Kohlen	Raumwärme	500,000	220,000	150,000	50,000	0,610	11,000	0,100	0,380	0,020	1,000	10,000	92,000	92,000
		Prozessenergie	591,369	240,647	185,272	186,431	0,590	10,668	0,100	0,367	0,019	9,352	19,925	93,573	93,573
	2 Öl	Raumwärme	0,500	50,000	20,000				1,530				2,000	55,000	55,000
		Prozessenergie	56,827	1134,810	659,595	24,127			0,159	0,123		1,127	247,498	70,794	70,794
	3 Gase	Raumwärme	0,500	50,000	20,000				1,530				2,000	55,000	55,000
		Prozessenergie	0,510	50,055	20,017				1,528				2,000	55,000	55,000
	4 BiogenE	Raumwärme	11,000	110,000	1400,000	70,000	0,150	2,000	75,000			90,000	30,000	100,000	
		Prozessenergie	11,000	108,131	1474,773	67,383	0,150	2,000	75,000			87,757	34,113	100,150	

Tabelle 8: Emissionsfaktoren für die Berechnung Hausbrand auf Basis des Energieverbrauchs

Emissionsfaktoren Betriebe			SO <sub>2</sub> (kg/TJ)	NO <sub>x</sub> (kg/TJ)	CO (kg/TJ)	PM10 (kg/TJ)	F (kg/TJ)	Cl (kg/TJ)	HCHO (kg/TJ)	Pb (kg/TJ)	Cd (kg/TJ)	BaP (kg/TJ)	CxHy (kg/TJ)	CO <sub>2</sub> (t/TJ)	CO <sub>2</sub> relevant (t/TJ)
Hausbrand	1 Kohlen	Raumwärme	625,559	128,696	5382,895	190,628	0,412	7,633	0,100	0,245	0,012	89,119	624,625	96,164	96,164
	2 Öl	Raumwärme	45,474	43,074	66,646	0,274			2,357			0,198	0,506	74,988	74,98
		Prozessenergie	5,000	76,000	28,000				0,470				2,000	55,000	55,000
	3 Gase	Raumwärme		45,000	48,000				1,530			3,000	1,000	55,000	55,000
4 BiogenE	Raumwärme	11,000	49,400	5382,266	35,372	0,150	2,000	75,000			97,670	1129,452	101,731		

Tabelle 9: Emissionen des Sektor Industrie und Gewerbe sowie Hausbrand 2001 [t/a]

Verursacher- gruppe	Datenersteller	Ord.Nr.	FB/WT- Id.	FB/WT-Text	Daten						
					Summe - SO2 (t)	Summe - NOx (t)	Summe - CO (t)	Summe - CO2(1000 t)	Summe - PM10 (t)		
Industrie u. Gewerbe	Befragung:FVT	A01	B_1	Baugewerbe	0,25	9,08	4,34	5,96	0,08		
		A02	D_2	Druckerei	0,04	1,70	0,78	1,31	0,01		
		A03	KW_3	Fernheizkraftwerk	0,23	2,67	16,55	2,35	0,16		
		A06	GW_6	Gaswerk	0,05	0,63	3,35	0,53	0,03		
		A08	I_8	Innenausbau	0,00	0,05	0,26	0,04	0,00		
		A09	K_9	Kunststoffverarbeitung	0,01	0,36	0,15	0,35	0,00		
		A10	C_10	Lösungsmittelindustr.	0,79	13,42	34,31	6,35	0,44		
		A11	M_11	Metallverarbeitung	0,77	26,95	44,52	22,32	0,47		
		A12	N_12	Nahrungsmittel	0,82	18,33	75,59	15,08	0,77		
		A13	R_13	Reststoffbehandlung	0,00	0,03	0,19	0,02	0,00		
		A14	S_14	Steinverarbeitung	0,01	0,28	0,14	0,16	0,00		
		A15	T_15	Tankstellen	0,02	0,20	2,20	0,10	0,02		
		A16	UBB	SONSTIGE	0,99	11,33	100,80	6,46	1,10		
		<b>Befragung:FVT Ergebnis</b>					<b>3,97</b>	<b>85,03</b>	<b>283,17</b>	<b>61,05</b>	<b>3,11</b>
			Berechnung:ADIP	A01	B_1	Baugewerbe	36,11	107,60	59,75	57,58	11,53
				A02	D_2	Druckerei	0,68	29,83	13,65	22,97	0,20
	A03			KW_3	Fernheizkraftwerk	1,76	3,60	31,61	3,07	0,76	
A05	G_5			Gartenbau / Landwirtschaft	0,57	1,45	18,44	0,78	0,33		
A06	GW_6			Gaswerk	2,11	7,00	9,11	4,55	0,71		
A07	H_7			Holzverarbeitung	2,45	34,91	250,22	30,54	10,83		
A08	I_8			Innenausbau	1,88	4,07	29,14	3,19	0,78		
A09	K_9			Kunststoffverarbeitung	0,33	10,24	26,63	9,77	1,08		
A10	C_10			Lösungsmittelindustr.	27,75	73,13	643,67	50,26	13,52		
A11	M_11			Metallverarbeitung	10,99	146,87	340,36	120,08	5,63		
A12	N_12			Nahrungsmittel	34,63	135,59	1124,10	92,17	19,91		
A13	R_13			Reststoffbehandlung	0,17	0,36	3,54	0,27	0,08		
A14	S_14			Steinverarbeitung	0,50	1,11	0,64	0,38	0,16		
A15	T_15			Tankstellen	2,70	6,76	88,64	3,44	1,58		
A16	UBB			SONSTIGE	28,60	77,78	790,38	48,54	15,48		

		<b>Berechnung:ADIP Ergebnis</b>			<b>151,22</b>	<b>640,31</b>	<b>3429,90</b>	<b>447,57</b>	<b>82,61</b>
Hausbrand	Berechnung:ADIP	H01	V_4	Fremdenverkehr	6,04	12,46	110,94	10,46	2,63
		H02	Büro	Raumwärme Ind.&Gew.	7,87	17,43	153,74	14,47	3,51
		H03	KH_16	Krankenhaus	12,03	39,63	310,03	32,60	5,79
		H12	W21	Einzelofen,Gaskonv. mit Gas		8,32	8,88	10,17	
		H13	W22	Zentralheizung mit Gas		55,11	5878	67,36	
		H14	W23	Fern-o.Blockheizung mit Gas		8,54	9,11	10,43	
		H15	W31	Einzelofen mit Mineralölen	23,28	22,05	34,12	38,39	0,14
		H16	W32	Zentralheizung mit Mineralölen	147,34	139,57	215,94	242,97	0,89
		H17	W33	Fern-o.Blockheizung mit Mineralölen	16,48	15,61	24,15	27,18	0,10
		H18	W41	Einzelofen mit Kohle,Koks,Brik.	72,60	14,94	624,71	11,16	22,12
		H19	W42	Zentralheizung mit Kohle,Koks,Brik.	66,70	13,72	573,94	10,25	20,33
		H21	W51	Einzelofen mit Biogene Energie	1,87	8,41	916,57	17,32	6,02
		H22	W52	Zentralheizung mit Biogene Energie	2,32	10,42	1135,09	21,45	7,46
		H23	W53	Fern-o.Blockheizung mit Biogene Energie	0,95	4,26	464,36	8,78	3,05
		<b>Berechnung:ADIP Ergebnis</b>			<b>357,48</b>	<b>370,46</b>	<b>4640,38</b>	<b>523,00</b>	<b>72,05</b>
<b>Gesamtergebnis</b>					<b>512,67</b>	<b>1095,80</b>	<b>8353,44</b>	<b>1031,63</b>	<b>157,77</b>

## 7 Gesamtemissionen 2001

Die Gesamtemissionen ergeben sich aus der Summe der Einzelemissionen der drei betrachteten Sektoren Verkehr, Hausbrand und Industrie. Der Energieverbrauch aus dem Sektor Fernwärme und Strom wird emissionsseitig nicht bewertet wenn die Energieerzeugung nicht im Untersuchungsgebiet liegt. Berücksichtigt wird nur jener Anteil an Strom bzw. Fernwärme der direkt in Graz produziert wird.

Tabelle 10 zeigt die Gesamtemissionsmenge in Graz, unterteilt in die drei berücksichtigten Kategorien. Die grafische Darstellung findet sich in Abbildung 3.

Tabelle 10: Gesamtemissionen 2001 [t/a]

Verursachergruppe	Datenersteller	Summe - SO <sub>2</sub> (t)	Summe - NO <sub>x</sub> (t)	Summe - CO (t)	Summe - CO <sub>2</sub> (1000 t)	Summe - PM <sub>10</sub> (t)
Verkehr	Berechnung FVT	27,60	1426,70	2076,00	296,50	154,20
Industrie und Gewerbe	Befragung:FVT	3,97	85,03	283,17	61,05	3,11
	Berechnung:ADIP	151,22	640,31	3429,90	447,57	82,61
Hausbrand	Berechnung:ADIP	357,48	370,46	4640,38	523,00	72,05
<b>Gesamtergebnis</b>		<b>540,27</b>	<b>2522,50</b>	<b>10429,44</b>	<b>1328,13</b>	<b>311,97</b>

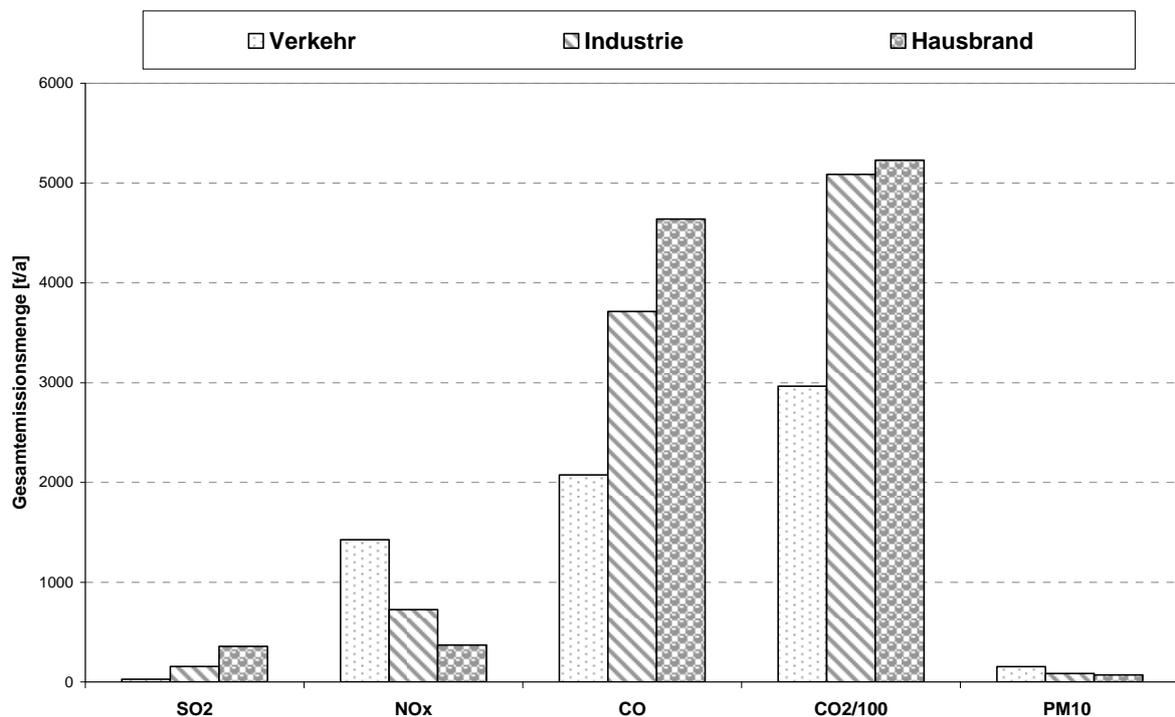


Abbildung 3: Emissionen der einzelnen Sektoren 2001

Die prozentuelle Aufteilung der Gesamtemissionen auf die einzelnen Sektoren (Verkehr, Hausbrand, Industrie) ergibt sich wie folgt:

Tabelle 11: Prozentueller Anteil der einzelnen Sektoren an den Gesamtemissionen 2001

Verursachergruppe	Datenersteller	Summe - SO2 (t)	Summe - NOx (t)	Summe - CO (t)	Summe - CO2(1000 t)	Summe - PM10 (t)
Verkehr	Berechnung FVT	5,11	56,56	19,91	22,32	49,43
Industrie und Gewerbe	Befragung:FVT	0,73	3,37	2,72	4,60	1,00
	Berechnung:ADIP	27,99	25,38	32,89	33,70	26,48
Hausbrand	Berechnung:ADIP	66,17	14,69	44,49	39,38	23,10
<b>Gesamtergebnis</b>		<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

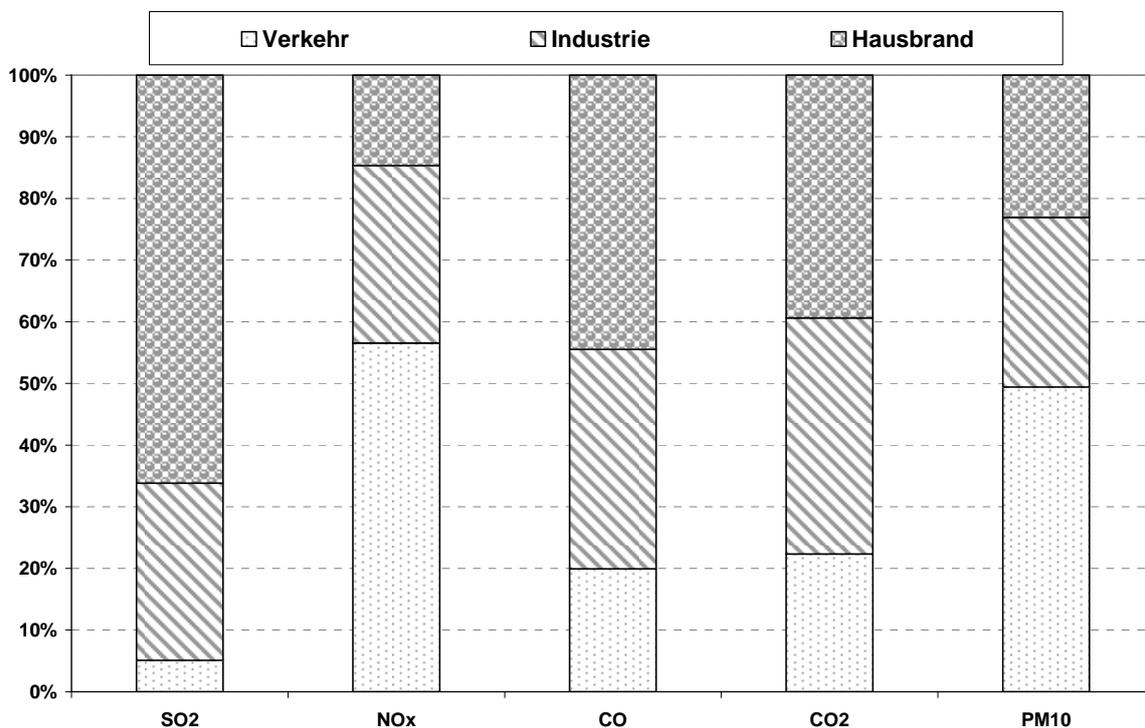


Abbildung 4: Prozentueller Anteil der einzelnen Sektoren an den Gesamtemissionen 2001

Auffällig ist der extrem hohe Anteil des Verkehrs an den PM<sub>10</sub> Emissionen. Dies kommt vor allem dadurch zustande, dass sich die PM<sub>10</sub> Emissionsmenge des Hausbrandes drastisch gesenkt hat (siehe Kapitel 8.3). Diese Reduktion hat eine deutliche Verschiebung des Anteiles der unterschiedlichen Verursachergruppen an der PM<sub>10</sub> Gesamtemissionsmenge bewirkt. Anzumerken ist, dass dieses Ergebnis teilweise im Widerspruch zu aktuellen Immissionsuntersuchungen steht [9], [10].

## 8 Entwicklung der Emissionen zwischen 1995 und 2001

Vor allem Betrachtungen und Beurteilungen von zeitlichen Entwicklungen sind notwendig, um Aussagen treffen zu können, wie sich die Emissionen eines Sektors verändert haben. In den betrachteten Zeiträumen ändern sich einerseits die Aktivitätsdaten und andererseits die technischen Voraussetzungen.

Darüber hinaus kommt es auch zu einer Änderung der methodischen Ansätze in der Emissionsberechnung. Um die Änderung bedingt durch die Methodikänderung beurteilen zu können, müssten die Emissionen vergangener Perioden mit den neuen methodischen Ansätzen noch einmal berechnet werden, dies ist jedoch für die Verursachergruppe Industrie und Gewerbe / Hausbrand nicht möglich. Die Änderungen in der Methodik werden detailliert in den einzelnen Teilberichten [4] und [5] diskutiert.

### 8.1 Verkehrsemissionen 1995 – 2003

Die Änderungen der Verkehrsemissionen zwischen 1995 und 2003 stellen sich wie folgt dar (siehe Tabelle 12). Verglichen wird jeweils die neu berechnete Periode 1995 mit der aktuellen Berechnung von 2003.

Tabelle 12: Gegenüberstellung der Verkehrsemissionen zwischen 1995 und 2003 (1995 entspr. 100%)

EmiKat	Emissionsmenge des Verkehrs in Graz in [t/a]				
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
1995	96,5	1767,1	4343,5	267810	159,7
2001	27,6	1426,7	2076,7	296500	154,2
Änderung [%]	-71%	-19%	-52%	+11%	-3%

Abbildung 5 zeigt den Vergleich der neu berechneten Emissionsmengen des Verkehrs aus dem Jahr 1995 mit jenen aus dem aktuellen Berechnungsjahr 2003.

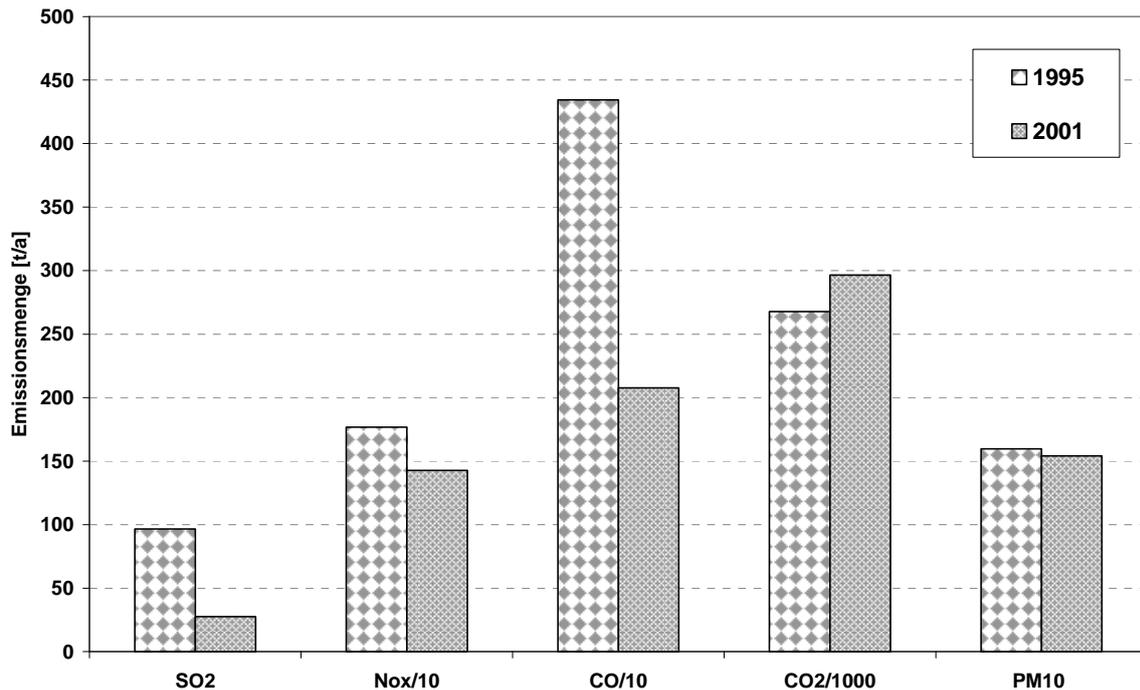


Abbildung 5: Gegenüberstellung der Verkehrsemissionen 1995 mit 2003

Die Emissionsmengen der meisten Schadstoffe sind gesunken, obwohl die Fahrleistung zugenommen hat. Das ist vor allem auf technologische Verbesserungen zurückzuführen (siehe auch Teilbericht Verkehr [4]). Mit fortschreitenden Jahren steigt der Anteil von Fahrzeugen mit geringeren Emissionen. Diese Entwicklung schlägt sich jedoch nicht in den CO<sub>2</sub> Emissionen nieder, da sich der Treibstoffverbrauch der Kraftfahrzeuge nicht drastisch verändert hat. Bezüglich der Partikelemissionen lässt sich festhalten, dass die Emissionen an motorischem PM<sub>10</sub> auf Grund des hohen Diesel Anteils der Flotte zwar leicht steigen, Abrieb und Aufwirbelung von Partikel im Vergleich zu 1995 aber nach einem neuen Modell berechnet werden und somit sinken. Dies ist der Hauptgrund, warum die Summe der PM<sub>10</sub> Emissionen 2003 im Vergleich zu 1995 geringer ist. Daraus folgt, dass beide Emissionsmengen mehr oder weniger direkt mit dem JDTV zusammenhängen. Steigt die Fahrleistung steigen in der Regel auch die CO<sub>2</sub>- bzw. Partikelemissionen.

## 8.2 Industrie- und Gewerbeemissionen 1995 – 2001

Die Emissionen 1995 und 2001 sind nur schwer vergleichbar, da sich die Berechnungsmethodik grundlegend geändert hat. Zusätzlich zu den Änderungen aufgrund der veränderten Emissionsfaktoren gibt es Unterschiede in den Mitarbeiterzahlen sowie in der Zuordnung der FB-Kategorien zu den ÖNACE-Codes. Darüber hinaus musste die Schnittstelle zwischen Hausbrand und Industrie und Gewerbe grundlegend verändert werden. 1995 wurden Betriebe mit weniger als 20 Mitarbeitern generell dem Hausbrand zugerechnet, der jetzige Emissionskataster weist die Fachbereiche Büro, Krankenhaus und Fremdenverkehr als Teil des „Hausbrandes“ aus. Damit sind sowohl die Verteilungen als auch die Gesamtmengen unterschiedlich.

Ein Aspekt, der bislang kaum berücksichtigt wurde, sind insbesondere prozessspezifische Staubemissionen. Dazu liegen in den Betrieben praktisch keine Daten vor. Auch die Schwermetallemissionen sind von betrieblicher Seite durch die Befragung nicht ermittelbar gewesen. Diese Mängel der Datenerhebung wurden durch eine Ergänzung der Emissionsfaktoren aus dem Schweizer Emissionsfaktorenhandbuch behoben.

Die Gegenüberstellung der Emissionen 1995 und 2001 ist in Tabelle 13 und Abbildung 6 dargestellt. Für alle angeführten Emissionen können teilweise starke Anstiege verzeichnet werden. Diese Anstiege sind einerseits begründet durch eine andere Berechnungsmethodik aber vor allem auch durch neue Emissionsfaktoren, die auf Messungen in den Betrieben zurückgehen.

Tabelle 13: Gegenüberstellung der Industrie- und Gewerbeemissionen 1995 und 2001 (1995 entspr. 100%)

EmiKat	Emissionsmenge der Industrie- und Gewerbebetriebe in Graz in [t/a]				
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
1995	75,0	271,0	2490	281500	47,0
2001	155,2	725,3	3713	508620	85,7
Änderung [%]	+107%	+167%	+49%	+81%	+82%

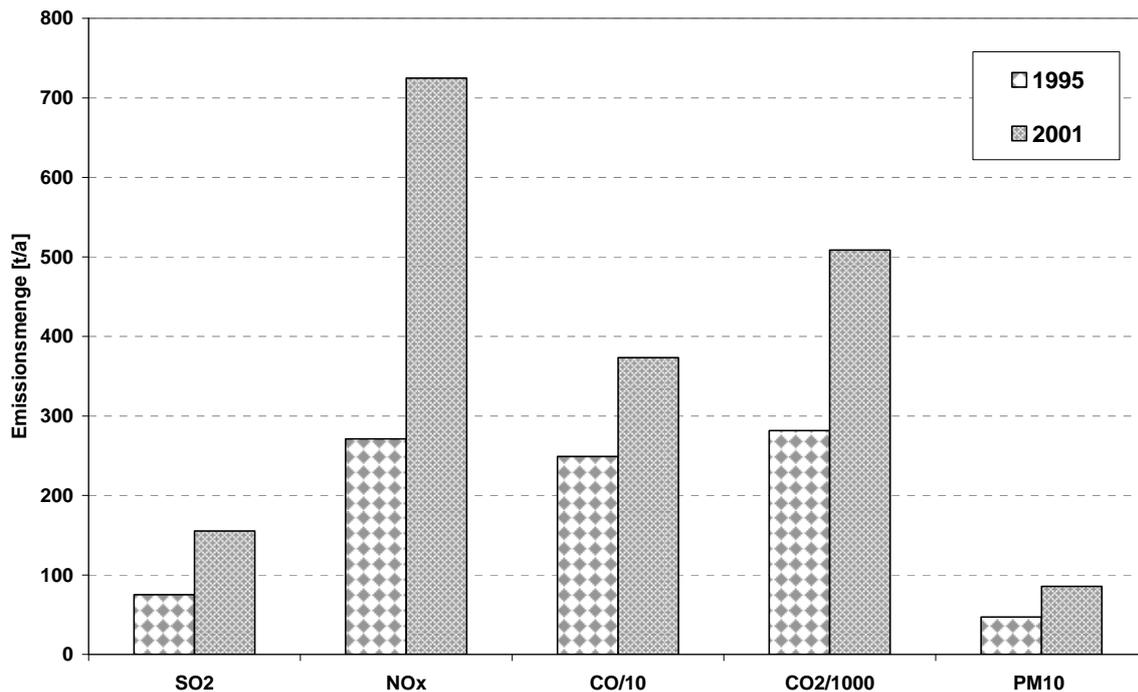


Abbildung 6: Gegenüberstellung der Industrie- und Gewerbeemissionen 1995 mit 2001

### 8.3 Hausbrandemissionen 1995 – 2001

Die Hausbrandemissionen 1995 und 2001 sind ebenfalls schwer vergleichbar wegen der unterschiedlichen Abgrenzung zwischen Hausbrand einerseits gegenüber Industrie und Gewerbe und den Änderungen in der Berechnungsmethodik. Die Gegenüberstellung der Emissionsdaten 1995 und 2001 befindet sich in Tabelle 14 und Abbildung 7.

Tabelle 14: Gegenüberstellung der Hausbrandemissionen 1995 und 2001 (1995 entspr. 100%)

EmiKat	Emissionsmenge Hausbrand in Graz in [t/a]				
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
<b>1995</b>	1066	536	9814	458520	239
<b>2001</b>	357	370	4540	523000	72
<b>Änderung [%]</b>	<b>-67%</b>	<b>-31%</b>	<b>-54%</b>	<b>+14%</b>	<b>-70%</b>

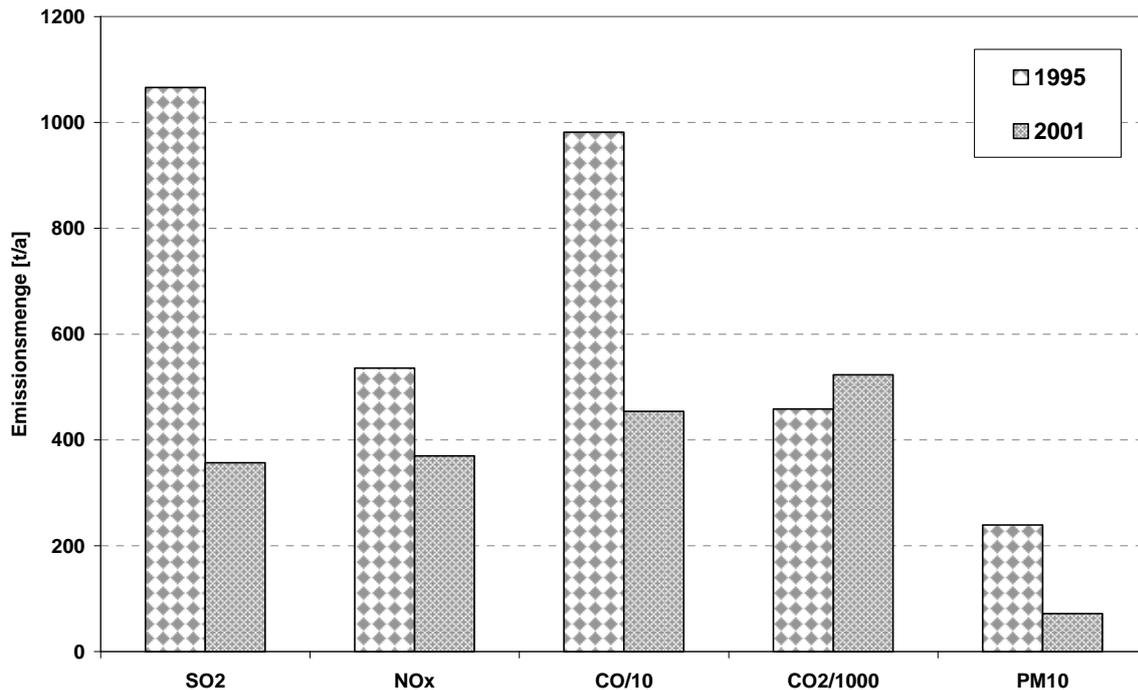


Abbildung 7: Gegenüberstellung der Hausbrandemissionen in Graz 1995 mit 2001

#### 8.4 Gesamtemissionen 1995 – 2001

Betrachtet man die Emissionsmengen über alle Verursachergruppen im Untersuchungsgebiet Graz, so zeigt sich, dass zwischen 1995 und 2001 die Emissionen vor allem bezogen auf Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) aber auch Kohlenmonoxid CO stark verringert wurden (siehe Tabelle 15).

Dieser Trend ist bezogen auf SO<sub>2</sub> unter anderem auf den sinkenden Anteil der Schwefelverbindungen in Treibstoff zurückzuführen. Dies zeigt sich auch in der deutlichen Verringerung der SO<sub>2</sub> Emissionen um 71 % in der Verursachergruppe Verkehr. Die Emissionsmengen im Verkehr sind direkt vergleichbar, da für beide Jahre eine Berechnung nach heutiger Methodik durchgeführt wurde. Bei den anderen Verursachergruppen konnten nur die Ergebnisse mit den vorangegangenen Veröffentlichungen verglichen werden.

Der Rückgang an Kohlenmonoxid ist im Bereich des Verkehrs auf die Veränderung in der Flottenzusammensetzung und beim Hausbrand vor allem eine verbesserte Verbrennung zurückzuführen. In der Verursachergruppe Industrie und Gewerbe kann absolut kein Rückgang verzeichnet werden, doch bezogen auf den Anstieg der CO<sub>2</sub> Emissionen konnte der Anteil an CO im Abgas verringert werden.

Der leichte Anstieg an NO<sub>x</sub> bzw. leichte Rückgang an PM<sub>10</sub> ist in der Summendarstellung nicht bemerkenswert. Betrachtet man jedoch die einzelnen Verursachergruppen separat so haben sich zwischen 1995 und 2001 deutliche Veränderungen ergeben. Es ist jedoch schwer abzuschätzen inwieweit die Veränderung der Berechnungsmethode in Industrie und Gewerbe sowie Hausbrand auf die Ergebnisse auswirken.

Tabelle 15: Gegenüberstellung der Emissionen in Graz 1995 und 2001 (1995 entspr. 100%)

[t/a]	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
Gesamt 1995	1286	2367	18499	1026995	372
Gesamt 2001	540	2523	10429	1328130	312
<b>Änderung [%]</b>	<b>-58%</b>	<b>+7%</b>	<b>-44%</b>	<b>+29%</b>	<b>-16%</b>

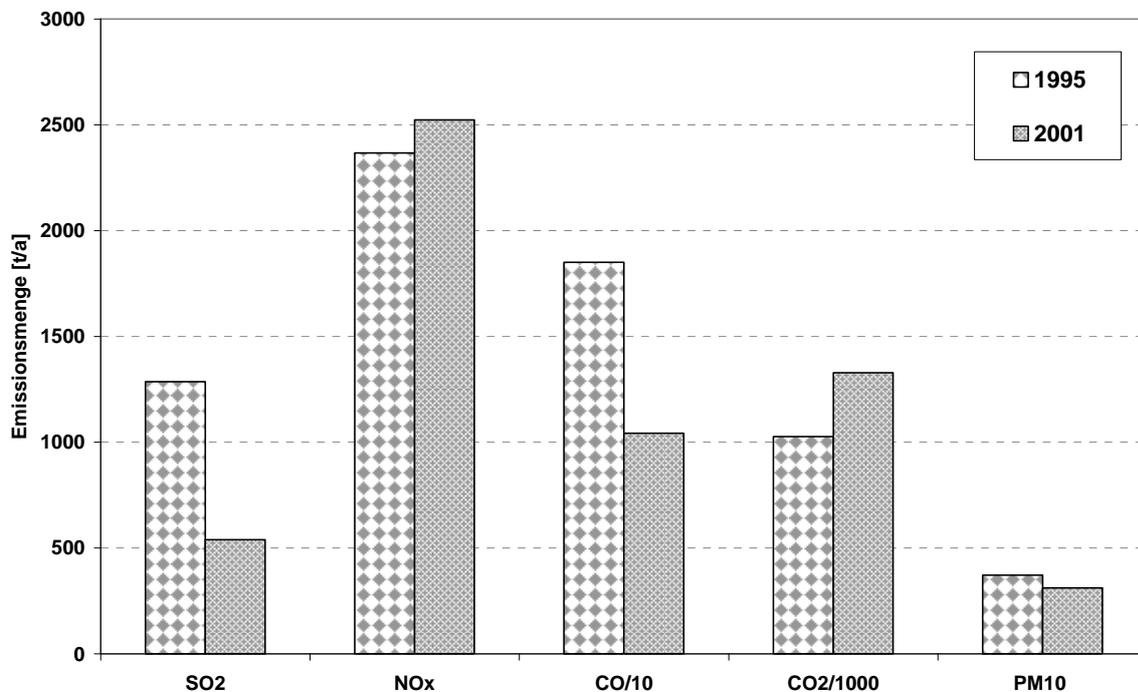


Abbildung 8: Gegenüberstellung der Gesamtemissionen in Graz 1995 mit 2001

## 9 Zusammenfassung

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich die Emissionsmengen für Gesamtgraz bezogen auf die seitens des IG-Luft kritischen Schadstoffe ( $PM_{10}$  und  $NO_x$ ) nicht gravierend verändert haben. Es haben sich jedoch die Anteile der einzelnen Verursachergruppen deutlich verschoben. Das ist vor allem auf die Veränderung der Emissionsmenge im Bereich Hausbrand zurückzuführen. Diese weisen deutlich geringere Werte als 1995 auf. Dies ist unter anderem auch auf die veränderte Berechnungsmethodik zurückzuführen. Beziffern lässt sich die Auswirkung durch die Wahl einer veränderten Methodik jedoch nicht, da für den Emissionskataster Graz 1995 die Eingangsdaten nicht mehr vorhanden sind. Gleiches gilt für die Verursachergruppe Industrie und Gewerbe. Auch hier ist ein Brückenschlag und damit umfassender Vergleich zwischen dem Emissionskataster 1995 bzw. 2001 nicht möglich gewesen.

Ein anderes Bild zeigt sich im Bereich Verkehrsemissionen. Hier konnten in den wesentlichen Bereichen die Emissionsmenge für 1995 mit der neuen Methode berechnet werden. Es zeigt sich, dass die Veränderung der Berechnungsmethodik bereits deutliche Unterschiede in der Emissionsmenge bewirken [4].

Die deutliche Verringerung der Emissionsmenge bezogen auf Kohlenmonoxid ( $CO$ ) ist in der Verursachergruppe Verkehr auf die Veränderungen in der Flottenzusammensetzung zurückzuführen, im Bereich Hausbrand auf die verbesserte Verbrennung in den Heizungsanlagen.

Die Reduktion beim Schadstoff Schwefeldioxid ( $SO_2$ ) kann einerseits auf eine Verringerung des Schwefelgehalts im Treibstoff (Verursachergruppe Verkehr), auf einer Veränderung des Brennstoffes im Bereich Hausbrand (weniger Kohle) und auf verbesserten Entschwefelungsanlagen und Brennstoffumstellungen im Sektor Industrie und Gewerbe zurückgeführt werden.

Bezogen auf Kohlendioxid ( $CO_2$ ) sind die Emissionen um knapp 30% angestiegen. Da vor allem in den Verursachergruppen Verkehr bzw. Industrie und Gewerbe die Aktivitätsdaten angestiegen sind, und diese direkt mit der  $CO_2$  Emission verbunden sind, ist der verzeichnete Anstieg eine logische Schlussfolgerung.

## Anhang Literatur

- [1] Steiermärkische Landesregierung Fa Ia (1997): Emissionskataster Graz Bezugsjahr 1995 – Emissionen des Sektors Verkehr. Bericht Nr. 61/97-Stu, Graz
- [2] Steiermärkische Landesregierung Fa 17c (2002): Pflichtenheft für den Emissionskataster Graz 2002. Bericht Nr. V&U 02/44-1/6100, Graz
- [3] ÖNORM M 9470 Emissionskataster luftverunreinigender Stoffe vom Oktober 1995
- [4] FVT Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik (2004): Emissionskataster Graz 2001 / Teilbericht Verkehr – Bezugsjahr 2003. Bericht Nr. FVT 03/07/He V&U 03/16/6100-2 vom 07.02.2007 Revision 1 zu Bericht Nr.: FVT-41/04/Stu V&U 03/16/6100-2 vom 16.12.2004, erstellt im Auftrag der Steiermärkischen Landesregierung Fachabteilung 17 c
- [5] FVT Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik, ADIP-Graz (2008): Emissionskataster Graz 2001 / Teilbericht Industrie und Gewerbe / Hausbrand Bericht Nr. FVT-07/08/Hin V&U 03/16/6100-1 vom 07.02.2008, erstellt im Auftrag der Steiermärkischen Landesregierung Fachabteilung 17 c
- [6] Amt der Stmk. Landesregierung (2001); Energiebericht 2001, Graz, 51ff
- [7] Ingenieurbüro für Verkehrswesen FALLAST (2004): Schadstoffkataster Graz 2003 – Verkehrliche Grundlagen
- [8] Environmental Protection Agency EPA (1995): Highway Mobile Source Emission Factors Tables – Appendix H, <http://www.epa.gov/otaq/models/ap42/ap42-h1.pdf>
- [9] Inst. für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik (2007): Modellierung der Feinstaubbelastung in Graz (Zusammenfassung - Stand Juli 2007)
- [10] Puxbaum H., Marr I., Bauer H. (2005): 3. Zwischenbericht 2005 für das Projekt AQUELLA Bestimmung von Immissionsbeiträgen von Feinstaubproben