| TEXTE | 22/2009

Emissionen fluorierter Treibhausgase in Deutschland 2006 und 2007

Umwelt Bundes Amt
Für Mensch und Umwelt

| TEXTE | 22/2009

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Förderkennzeichen 3707 42 300 (207 42 300)
UBA-FB 001289

Emissionen fluorierter Treibhausgase in Deutschland 2006 und 2007

Inventarermittlung 2006/2007 (F-Gase) Daten von HFKW, FKW und SF6 für die nationale Berichterstattung gemäß Klimarahmenkonvention für die Berichtsjahre 2006 und 2007 sowie Prüfung der Datenermittlung über externe Datenbanken

von

Dr. Winfried Schwarz
Büro für Umweltforschung und – beratung GmbH, Frankfurt/Main

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

UMWELTBUNDESAMT

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter
http://www.umweltbundesamt.de
verfügbar.

Die in der Studie geäußerten Ansichten
und Meinungen müssen nicht mit denen des
Herausgebers übereinstimmen.

ISSN 1862-4804

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 14 06
06813 Dessau-Roßlau
Tel.: 0340/2103-0
Telefax: 0340/2103 2285
Email: info@umweltbundesamt.de
Internet: http://www.umweltbundesamt.de

Redaktion: Fachgebiet III 1.4
Dr. Cornelia Elsner

Dessau-Roßlau, August 2009

Berichts - Kennblatt

1. Berichtsnummer UBA-FB 001289	2.	3.
4. Titel des Berichts Inventarermittlung 2006/2007 (F-Gase). Daten von HFKW, FKW und SF_6 für die nationale Berichterstattung gemäß Klimarahmenkonvention für die Berichtsjahre 2006 und 2007 sowie Prüfung der Datenermittlung über externe Datenbanken		
5. Autoren, Namen, Vornamen Dr. Winfried Schwarz	8. Abschlussdatum 21.1.2009 9. Veröffentlichungsdatum August 2009	
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Öko-Recherche, Büro für Umweltforschung und -beratung GmbH, Münchener Str. 23, 60329 Frankfurt am Main	10. UFOPLAN - Nr. 207 42 300 11. Seitenzahl 41	
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt, Wörlitzer Platz 1, D-06844 Dessau Fachbegleitung: Dr. Cornelia Elsner	12. Literaturangaben 13. Tabellen 8 14. Abbildungen	
15. Zusätzliche Angaben		
16. Kurzfassung In dieser Studie werden die Emissionsdaten der fluorierten Treibhausgase HFKW, FKW und SF_6 (F-Gase) für die Jahre 2006 und 2007 präsentiert, wie Sie in das ZSE eingegeben werden. Die Gesamtemissionen der Gase HFKW, FKW und SF_6 haben sich von 1995 bis 2007 mehr als verdoppelt - von 3241 auf 7297 metrische Tonnen. Die Klimawirkung dieser Emissionen überschritt 2006 erstmals das Niveau des Jahres 1995 - mit 16,6 gegenüber 15,5 Mio. t CO_2-Äquivalente. Die Emissionen stiegen 2007 erneut um 0,64 Mio. t (4 v. H.) gegenüber dem Vorjahr an. FKW nehmen seit 1995 ungebrochen ab. Emissionen von SF_6, die bis 2002 gesunken waren, steigen seit 2003/04 wieder an. Die HFKW-Emissionen setzten ihren Anstieg seit 1995 weiter fort und machen nun fast zwei Drittel aller F-Gas-Emissionen aus. Von den ehemals großen Anwendungsgebieten von FCKW und HFCKW, nämlich Kälte-Klimatechnik, Hartschaum, Lösemittel, Feuerlöscher, Aerosole bilden aber nur die stationäre und mobile Kälte-Klimatechnik den Kernbereich der HFKW. Die Tendenz zu steigenden Emissionen aus stationärer Kälte und mobilem Klima, insbesondere Pkw-Klima, hielt auch 2006 und 2007 an. Abschnitt I enthält die F-Gas-Emissionsdaten für 2006 und 2007 sowie für 1995, 2000, und 2004. Abschnitt II dokumentiert die Datenquellen der Erhebung für 2006 und 2007. Abschnitt III zeigt die nachträglichen Datenänderungen für die Zeit vor 2006 gegenüber dem letzten Emissionsbericht (2004/2005) auf. Abschnitt IV enthält Tabellen der F-Gas-Emissionen 1995 - 2007 – nach einzelnen Sektoren		
17. Schlagwörter Fluorierte Treibhausgase; ZSE, Zentrales System Emissionen, Emissionen, F-Gase; Berichterstattung; Aktivitätsdaten; Emissionsfaktoren; HFKW, FKW; SF_6; UNFCCC		
Preis	19.	20.

Report Cover Sheet

1. Report No. UBA-FB 001289	2.	3.

4. Report Title

Inventory compilation 2007 (F-Gases). Data on HFCs, PFCs, and SF_6 for the national emissions reporting under the Framework Convention on Climate Change for the reporting years 2006 and 2007, and examination of data collection by external data bases.

5. Authors, Family Names, First Names Dr. Winfried Schwarz	8. Report Date 21.01.2009 9. Publication Date August 2009
6. Performing Organization (Name, Address) Öko-Recherche, Büro für Umweltforschung und -beratung GmbH, Münchener Str. 23, D-60329 Frankfurt am Main	10. UFOPLAN - Ref. No. 207 42 300 11. No. of Pages 41
7. Sponsoring Agency (Name, Address) Umweltbundesamt (German Federal Environmental Agency), Wörlitzer Platz 1, D-06844 Dessau Dr. Cornelia Elsner	12. No. of References 13. No. of Tables 8 14. No. of Figures

15. Supplementary Notes
A full-length German version of this report is available at the sponsoring agency.

16. Abstract

This report presents the 2006and 2007 data on the German emissions of the fluorinated greenhouse gases HFCs, PFCs, and SF_6 (F-gases) to be entered into the ZSE (Centralised System of Emissions at the German Environmental Agency).

The overall emissions of HFCs, PFCs, and SF_6 have doubled from 1995 to 2007, from 3,241 to 7,297 metric tons. In terms of global warming, the emissions exceeded in 2006 for the first time the 1995 level, with 16.6 vs. 15.5 million tons CO_2 equivalent. In 2007, the global warming emissions increased by another 0.64 million t CO_2 eq. compared to the previous year.

PFCs have been decreasing from 1995 onwards. Emissions of SF_6, which had decreased before 2002, are increasing again from 2003/04. HFC emissions continue rising since 1995; now they represent almost two thirds of the total German F-gas emissions. However, only refrigeration and air conditioning are still substantial applications of HFCs, while in the formerly large application sectors of CFCs and HCFCs, such as hard foam, fire extinguishers, and aerosols, natural fluids are being used widely, today. In stationary refrigeration and mobile air conditioning, the upward trend in HFCs emissions was still ongoing in 2006 and 2007.

Section I of this report presents the F-gas emissions data for 2006 and 2007, in addition to those in 1995, 2000, and 2004.
In section II the data sources of the 2006 and 2007 surveys are documented.
In section III recalculated data on the years before 2006 are shown in comparison with the emissions reported for 2004/2005 in the last report.
Section IV presents the F-gas emissions 1995 - 2007 in detailed tables, by individual sectors.

17. Keywords

Fluorinated Greenhouse Gases; Emissions; Reporting; ZSE; Activity data; Emission factors; Hydrofluorocarbons (HFCs); Perfluorocarbons (PFCs); Sulphur Hexafluoride (SF_6)

Price	19.	20.	

Emissionen fluorierter Treibhausgase 1995 bis 2007

Inhalt

Einleitung 1

I. Die F-Gas-Emissionen von 1995 bis 2007 2

1. HFKW 1995-2007 4
2. FKW 1995-2007 10
3. SF_6 1995-2007 12
4. Prüfung der Datenermittlung über externe Datenbanken 17

II. Nachweise für die Emissionsabschätzung 2006 und 2007 18

III. Korrekturen gegenüber dem Emissionsbericht 2004/2005 29

IV. Emissionstabellen für 2006 und 2007 im Vergleich mit 1995 und 1998-2005 32

Einleitung

In den vergangenen zwei Jahren hat sich die allgemeine Aufmerksamkeit gegenüber Treibhausgasemissionen spürbar erhöht. Obwohl die drei fluorierten Treibhausgase (F-Gase) bisher nur mit ca. 2-3% an den klimawirksamen Gesamtemissionen der Industrieländer beteiligt sind, sind auch für sie Emissionsreduktionen angezeigt.

Für die F-Gase in Deutschland relevante Meilensteine in der jüngeren Zeit sind u. a.:

1. Die EU-Gesetzgebung des Jahres 2006 mit der Verordnung über "bestimmte fluorierte Treibhausgase" und der Richtlinie über den Ausstieg aus HFKW-134a aus Autoklimaanlagen. Von Bedeutung ist auch, dass deren Überprüfungs-Artikel 10 die Einbeziehung zusätzlicher Anwendungen als Option enthält.

2. Auf nationaler Ebene hat die Verordnung zum Schutz des Klimas vor Veränderungen durch den Eintrag bestimmter fluorierter Treibhausgase (Chemikalien-Klimaschutzverordnung) vom 2. Juli 2008 die EU-Verordnung nicht nur konkretisiert, sondern in bestimmten Bereichen (vor allem bei ortsfesten Kälteanlagen) auch verschärft.

3. Generell nimmt auch bei nicht von Stoffverboten durch die EU-Gesetzgebung betroffenen industriellen Anwenderkreisen die Bereitschaft zu, die Verwendung fluorierter Treibhausgase zu dokumentieren, Alternativen zu fluorierten Treibhausgasen zu testen und dort einzusetzen, wo ein ökologischer Gesamtvorteil (TEWI) zu tragbar erachteten Kosten erzielbar ist. Hier ist beispielhaft die Debatte um natürliche Kältemittel für Supermärkte zu nennen.

4. Die internationale Verabschiedung der 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories hat für die F-Gas-Inventarisierung neue Ansprüche formuliert.

5. Das Zentrale System Emissionen (ZSE) beim Umweltbundesamt hat seine ersten Bewährungsproben bei der Datenermittlung zur Erfüllung internationaler Berichtspflichten bestanden und wird gegenwärtig erfolgreich in seiner inneren Funktionsfähigkeit optimiert sowie in seiner externen Datenbasis weiterentwickelt. Die Stichworte dazu sind Transparenz, Konsistenz, Vergleichbarkeit, Vollständigkeit und Genauigkeit.

Unter diesen Rahmenbedingungen kommt es in Deutschland noch mehr als früher darauf an, über möglichst exakte Daten zu Verbrauch, Bestand und Emissionen fluorierter Treibhausgase zu verfügen. Denn es sind auch die anstehenden Reduktionsmaßnahmen argumentativ zu begleiten und die Auswirkungen der Gesetzgebung zu kontrollieren.

Die vorliegende Studie ordnet sich in diese Zielstellungen ein. Sie arbeitet die in der Leistungsbeschreibung des Umweltbundesamts formulierten Hauptprozesse der Emissionsberichterstattung (Arbeitspakete) ab: Überprüfung der Berechnungsgrundlagen, Datengewinnung, Datenaufbereitung/Emissionsberechnung, Berichterstattung, Datenkommentierung, Prüfung der Datenermittlung über externe Datenbanken - für die Berichtsjahre 2006 und 2007.

Das Hauptanliegen ist die Verbesserung der Emissionsberichterstattung für Deutschland nach UNFCCC unter den Gesichtpunkten von Transparenz, Konsistenz, Vergleichbarkeit, Vollständigkeit und Genauigkeit.

I. Die F-Gas-Emissionen von 1995 bis 2007

Die Gesamtemissionen der Gase HFKW, FKW und SF_6 haben sich von 1995 bis 2007 mehr als verdoppelt - von 3241 auf 7297 metrische Tonnen. Die Klimawirkung dieser Emissionen überschritt 2006 erstmals das Niveau des Jahres 1995 - mit 16,65 gegenüber 15,47 Mio. t CO_2-Äquivalente. Gegenüber 2005 (15,65 Mio. t) haben die klimawirksamen Emissionen 2006 um fast 1 Mio. t CO_2-Äquivalente zugenommen, Sie stiegen in 2007 erneut um 0,64 Mio. t (4 v. H.) an. Dahinter verbergen sich unterschiedliche Tendenzen, die den Blick auf die einzelnen Kategorien der fluorierten Treibhausgase erfordern.

Tab. 1 Entwicklung der Emissionen fluorierter Treibhausgase [t] 1995-2006

	1995	**2000**	**2004**	**2006**	**2007**
HFKW	2683	4068	6609	6723	6992
FKW	256	109	116	79	74
SF_6	303	213	191	230	231
Insgesamt	**3241**	**4390**	**6916**	**7032**	**7297**

Tab. 2 Entwicklung der Emissionen fluorierter Treibhausgase [Mio. t CO_2-Äquivalente] 1995-2006

	1995	**2000**	**2004**	**2006**	**2006**
HFKW	6,483	6,494	9,359	10,590	11,220
FKW	1,750	0,781	0,820	0,569	0,528
SF_6	7,237	5,086	4,569	5,486	5,533
Insgesamt	**15,470**	**12,361**	**14,748**	**16,645**	**17,281**

Tabelle 1 und 2 zeigen, dass sich die Emissionen fluorierter Treibhausgase von 1990/1995[1] bis 2007 in den drei Stoffgruppen unterschiedlich entwickelt haben.

FKW weisen eine stetige Abwärtstendenz über den gesamten Zeitraum auf. Dies liegt vor allem am Rückgang der Emissionen aus der Aluminiumelektrolyse, zum kleineren Teil aufgrund von Hüttenschließungen, überwiegend aufgrund der Einführung emissionsärmerer Verfahren.

Emissionen von SF_6 haben gegenüber 1995 zwar deutlich abgenommen, insbesondere wegen des Verbrauchsrückgangs für Autoreifen und Schallschutzfenster; seit 2004 steigen sie jedoch wieder an, zum Teil wegen neuer Einsatzfelder (z. B. Photovoltaik).

Die HFKW-Gesamtemissionen sind der Masse nach zwischen 1995 und 2006 von 2683 t auf 6992 t gestiegen, vor allem aus stationären Kälte- und mobilen Klimaanlagen. Die Klimawirkung der HFKW (ausgedrückt in CO_2-Äquivalenten) hat jedoch seit 1995 viel moderater zugenommen - von 6,5 auf 11,2 Mio. t CO_2-

[1] Im Jahr 1990 gab es noch keine gezielte Herstellung/keinen gezielten Einsatz von HFKW. Dem Jahr 1990 zuzuordnende Emissionen resultierten aus dem HFCKW-22-Herstellungsprozess, wo HFKW-23 als Nebenprodukt entsteht, sowie aus Anwendung des HFKW-23 zur Herstellung von Halbleitern. Die F-Gas-Emissionen sind hier daher erst ab 1995 angegeben. Zu den Emissionen von 1990 bis 1994 siehe den UBA-Forschungsbericht 205 41 106 (Abschluss 31.1.2007).

Äquivalente. Zwar stiegen seit dem FCKW-Verbot für neue Anlagen die Emissionen von HFKW, die gezielt als Ersatzstoffe für FCKW und HFCKW eingesetzt werden, kräftig an - von 2,25 auf 11,0 Mio. t CO_2-Äquivalente (s. Tab. 4). Gleichzeitig gelang es der Chemischen Industrie aber, die unbeabsichtigten Emissionen des stark treibhauswirksamen HFKW-23 aus der Synthese von HFCKW-22 deutlich zu senken. Sie wurden zwischen 1995 und 2007 von 4 Mio. t CO_2-Äquivalente auf unter 0,2 Mio. t reduziert, was den Gesamtanstieg klimawirksamer HFKW-Emissionen seit 1995 verlangsamte.

Im Jahr 2006 wurden die F-Gase-Verordnung der EU (Verordnung [EG] Nr. 842/2006) sowie die EU-Richtlinie über den Ausstieg von HFKW-134a aus Autoklimaanlagen verabschiedet, die mittelfristig bedeutende Auswirkungen auf die künftigen Emissionen haben dürften. Zusätzliche Verringerungen der HFKW-Emissionen aus stationären Kälteanlagen sind von der in Deutschland 2007 verabschiedeten Chemikalien-Klimaschutz-Verordnung (ChemKlimaschutzV) zu erwarten. Die EU F-GaseV enthält einige mengenrelevante F-Gas-Anwendungsverbote, die bereits kurzfristig wirksam werden, darunter die Verwendung für Schallschutzscheiben und Autoreifen (ab Juli 2007) sowie für Montageschäume (ab Juli 2008). Ab 1. Januar 2008 ist außerdem SF_6 als Schutzgas in Magnesiumgießereien mit über 850 kg SF_6-Jahresverbrauch untersagt.

Die Verbrauchsentwicklung in den vom kurzfristigen Verbot betroffenen Sektoren verlief unterschiedlich: Die Einsatzmengen von SF_6 als Magnesium-Schutzgas halbierten sich gegenüber 2005, bei Autoreifen sanken sie - auf bereits niedrigem Niveau - erneut um 20%. Die Hersteller von Schallschutzscheiben kauften dagegen im Jahr 2007 mehr SF_6 ein als erwartet. Dahinter ist eine gewisse Vorratsbildung zu vermuten. Bei Montageschaum fand 2007 sogar ein HFKW-Emissionsanstieg um 50% gegenüber dem Vorjahr statt. Er wird mit "Abverkauf" bestehender Vorräte des HFKW-134a erklärt, so dass in 2008 ein deutlicher Rückgang zu erwarten ist. (Zu Details siehe die nachfolgenden Kommentare zu den einzelnen Sektoren).

1. HFKW 1995-2007

Einleitung

Grundsätzlich sind HFKW Ersatzstoffe für ozonschicht-schädigende Substanzen (ODS), welche in Deutschland seit 1995 (FCKW und Halone) bzw. 2000/2004 (HFCKW) für den Neueinsatz verboten sind. HFKW, die nicht zum Ozonabbau, wohl aber zur Klimaerwärmung beitragen, wurden von der Chemischen Industrie als Nachfolgestoffe für ODS konzipiert, und werden von ihr hergestellt.

In der Rückschau auf über zehn Jahre seit dem FCKW-Verbot lässt sich feststellen: Von den ehemals großen ODS-Anwendungsgebieten, nämlich Kälte-Klimatechnik, Hartschaum, Lösemittel, Feuerlöscher und – zeitlich noch davor – Aerosole, bilden nur stationäre und mobile Kälte-Klimatechnik einen Bereich, wo der Übergang von ODS zu HFKW relativ reibungslos vonstatten ging bzw. noch erfolgt. (Ausnahme ist der 1993/94 durchgeführte FCKW-Umstieg auf natürliche Kältemittel in Haushalts-Kühlgeräten.) In allen anderen ODS-Sektoren haben sich weniger klimaschädigende Alternativen so weit durchgesetzt, dass HFKW nur eine untergeordnete Rolle spielen (mit gewissen Einschränkungen auch bei XPS-Schaum). Die Tendenz zu steigenden Einsatz- und Emissionsmengen bei Kälte-Klima und zu Stagnation bis Abnahme in den übrigen Sektoren hielt auch 2006/2007 an.

Tab. 3 Entwicklung der HFKW-Emissionen [t] 1995-2007

	1995	**2000**	**2004**	**2006**	**2007**
Stationäre Kälte/Klima	73	854	1590	2005	2081
Mobile Kälte/Klima	167	1163	2147	2697	2925
- davon nur Pkw	*133*	*984*	*1817*	*2292*	*2480*
XPS-Schäume	0	0	1521	1015	893
PU-Schäume	0	94	241	169	190
PU-Montageschaum	1823	1475	585	358	476
Dosieraerosole	0	84	191	206	208
Andere Aerosole/Lösemittel	254	269	254	229	180
Feuerlöschmittel	0	0,6	3,6	2,1	1,7
HFKW - Ersatz für FCKW	**2317**	**3939**	**6535**	**6682**	**6954**
Produktion/Halbl./Mg-134a	366	129	74	41	38
Insgesamt	**2683**	**4068**	**6609**	**6723**	**6992**

Tab. 4 Entwicklung der HFKW-Emissionen [Mio. t CO_2-Äquivalente] 1995-2007

	1995	**2000**	**2004**	**2006**	**2007**
Stationäre Kälte/Klima	0,169	1,994	3,787	4,868	5,133
Mobile Kälte/Klima	0,231	1,564	2,882	3,612	3,918
- davon nur Pkw	*0,172*	*1,280*	*2,362*	*2,980*	*3,224*
XPS-Schäume	0	0	0,658	0,596	0,608
PU-Schäume	0	0,123	0,252	0,186	0,201
PU-Montageschaum	1,534	1,084	0,631	0,412	0,592
Dosieraerosole	0	0,168	0,294	0,307	0,309
Andere Aerosole/Lösemittel	0,318	0,336	0,314	0,286	0,228
Feuerlöschmittel	0	0,002	0,012	0,008	0,007
HFKW - Ersatz für FCKW	**2,252**	**5,270**	**8,830**	**10,274**	**10,996**
Produktion/Halbl./Mg-134a	4,231	1,224	0,529	0,316	0,223
Insgesamt	**6,483**	**6,494**	**9,359**	**10,590**	**11,220**

1. Stationäre Kälte-Klimatechnik

Wie in den Jahren zuvor findet der Anstieg der Emissionen, wie Tabelle 3 und 4 zeigen, vor allem in den Sektoren mit Kältemittel-Anwendung statt, nämlich in stationärer und mobiler Kälte- und Klimatechnik.

Im Sektor der stationären Kälte-Klimatechnik unterscheiden wir drei große Untersektoren (in Klammern die Emissionsanteile am Sektor), nämlich Gewerbekälte (67%), Industriekälte (24%) sowie Gebäude- und Raumklimatisierung einschl. Wärmepumpen (8%). Die Gewerbekälte wird ihrerseits in Lebensmittelhandel und "sonstige" Gewerbekälte untergliedert, die beide etwa gleich große Kältemittelmengen einsetzen. Die HFKW-Emissionen aus allen stationären Anlagen zusammen haben gegenüber 2004 um fast 500 metrische Tonnen (1,35 Mio. t CO_2-Äquivalente) zugenommen. Sie dürften in der Gewerbe- und Industriekälte künftig aber nur noch in dem Maße steigen, wie HFCKW-22-Emissionen abnehmen. In CO_2-Äquivalenten ausgedrückt haben die klimawirksamen Emissionen von HFKW und HFCKW zusammen ab 2007 mehr oder weniger ihre Sättigung erreicht.

Der vormals dominierende HFCKW-22 (R-22) nimmt im Gesamtbestand der Kältemittel weiter ab, auch wenn das ab 2010 geltende Nachfüllverbot von R-22 als Frischware der Branche noch ernste Probleme bereiten dürfte. Drop-In-Kältemittelgemische für existierende Kälteanlagen werden erst zögerlich genutzt.

An dieser Stelle ist eine methodische Bemerkung zur Datengenauigkeit angebracht. Das dieser Studie und dem ZSE des Umweltbundesamts zugrunde liegende Kältemittelmodell registriert zwar mit einer gewissen Verlässlichkeit jährliche Veränderungen des Bestands, berechnet aber die Emissionen daraus nicht separat, sondern vermittelst konstanter Emissionsfaktoren. Daher steigen die Emissionen proportional zum Bestand an. Reale Veränderungen der spezifischen Emissionen (Emissionsfaktoren) werden nicht erfasst. Dies ist wahrscheinlich erst der Fall, wenn in ausreichender Anzahl Aufzeichnungen über wirkliche Nachfüllmengen vorliegen, sei es aufgrund der neuen Aufzeichnungspflicht der Betreiber oder auf Basis der zunehmend genutzten Datenbanksysteme zur Kältemittelverwaltung, die außer pflichtgemäßen auch freiwillige Angaben enthalten. Diese Aufzeichnungen werden auch zur Kontrolle der spezifischen Kältemittelverluste von Anlagen über 3 kg Füllmenge benötigt, für die – in Umsetzung der EU F-GaseV - die deutsche Chemikalien-Klimaschutz-Verordnung Höchstgrenzen vorsieht, und zwar viel niedrigere als die gegenwärtig in unserem und dem ZSE-Modell benutzten.

Kleinere Reformen der gegenwärtigen Kältemittel-Modelle scheinen uns aber auch vor Auswertung künftiger Kältemittelaufzeichnungen erforderlich und auch machbar. Dafür können u. a. die seit 2007 nach dem nov. Umwelt-Statistik-Gesetz durchgeführten Erhebungen des Statistischen Bundesamts herangezogen werden. Im Bereich der Lebensmittelkühlung ("Supermärkte") liefert die neue UBA-Studie[2] wertvolles Material. Die Aktualisierung sollte u. E. Veränderungen in der Zahl der Anlagen, ihrer Lebensdauer, der Kältemittelzusammensetzung und der spezifischen Füllmengen feststellen, aber auch, soweit das schon möglich ist, die spezifischen Emissionsraten des ZSE für den Bestand und die Entsorgung überprüfen.

---

[2] Rhiemeier u. a.: Vergleichende Bewertung der Klimarelevanz von Kälteanlagen und -Geräten für den Supermarkt, Forschungsbericht für das Umweltbundesamt, 206 44 300, Dessau-Roßlau, August 2008.

Im Unterschied zur Gewerbe- und Industriekälte ist bei stationären Klimaanlagen, Raumklimageräten und Wärmepumpen das Wachstum des HFKW-Bestands noch lange nicht erschöpft. Die Zahl der jährlich neuinstallierten Anlagen nimmt stetig zu. Wir nehmen an, dass die Emissionen aus diesen Untersektoren bis 2010 um 50% ansteigen, sowohl weil der Anlagenbestand stark wächst, als auch weil in den kommenden Jahren die Emissionen bei Außerbetriebnahme von Anlagen, die in den 90er Jahren in Dienst genommen wurden, mengenrelevant werden.

Da die Emissionen aus stationären Klimaanlagen einschl. Wärmepumpen zurzeit erst 8% der Emissionen der gesamten stationären Kälte-Klimatechnik ausmachen, schlägt sich ihr hohes Wachstum aber nur in einer Zunahme der Emissionen des Gesamtsektors um weniger als 5% nieder.

2. Mobile Klima- und Kältetechnik

Die Emissionen von HFKW aus dem Sektor der mobilen Klima- und Kältetechnik sind zu über 80% durch Pkw-Klimaanlagen verursacht. Hier ist bei den jährlichen Neuzulassungen klimatisierter Fahrzeuge mittlerweile fast Sättigung zu verzeichnen. Die Ausrüstungsquote mit Klimaanlagen (Klimaquote) des Jahres 2007 betrug bereits 96% (97% bei deutschen, 93% bei ausländischen Marken). Sie lag 1995 erst bei 25%. Es wird aber noch bis etwa 2016 dauern, bis der gesamte Pkw-Bestand jenes hohe Niveau erreicht hat - wegen des hohen Anteils älterer Zulassungsjahrgänge; zurzeit beträgt die Klimaquote des Fahrzeugbestands ca. 70%. Die Bestandsemissionen wären dann – wenn man Wirkung der EU-Gesetzgebung ausklammert - um fast 40% höher als 2007[3]. Zugleich verdreifachen sich die Entsorgungsemissionen von 227 t (2007) auf über 600 t (2013). Hier ist anzumerken, dass wir diese Verschrottungsemissionen für alle Fahrzeuge berechnen, die seit 1992 in Deutschland neu zugelassen wurden, auch wenn die wirkliche Außerbetriebnahme dieser Fahrzeuge wegen des hohen Gebrauchtwagenexports in großem Maße im Ausland stattfindet.

Für den Emissionsverlauf nach 2013 bzw. nach 2011/2017 wird die EU-Richtlinie über den Ausstieg von HFKW-134a aus Autoklimaanlagen bestimmend. Spätestens nach 2017 dürfen neue Pkw nicht mehr mit HFKW-134a klimatisiert werden. Ob es zu einer Lösung durch das Kältemittel CO_2 kommt oder zu einem fluorierten Kältemittel mit GWP unter 150 (HFKW-134a hat das GWP 1300), ist auch gegenwärtig (Ende 2008) noch nicht endgültig entschieden, obwohl sich die deutsche Automobilindustrie öffentlich für CO_2 ausgesprochen hat. Auf jeden Fall werden erst langfristig, d. h. nach 2020, die HFKW-134a-Emissionen aus Pkw-Klimaanlagen deutlich sinken, sofern kein Kältemittelaustausch in bestehenden Fahrzeugen stattfindet.

Bei anderen mobilen Klimaanlagen (Busse, Lkw, Landmaschinen, Schiffe, Schienenfahrzeuge) ist ein mittelfristiger Ausstieg aus HFKW-134a gesetzlich bisher nicht vorgesehen. Die EU-Kommission überprüft allerdings, ob diese Systeme Maßnahmen der Emissionskontrolle (vergleichbar der stationären Kälte-Klimatechnik) unterworfen werden sollen. Wie bei Pkw hat die Klimaquote der neuen Fahrzeuge ebenfalls weitgehend Sättigung erreicht. Bis auch HFKW-Bestand und die

[3] Die Emissionen steigen nicht proportional zum klimatisierten Fahrzeugbestand, weil die Füllmengen der Anlagen stetig sinken. 1995 betrug die mittlere Kältemittelmenge 876 g; sie liegt 2007 bei 624 g.

damit verbundenen Emissionen ihren Höhepunkt erreicht haben, werden aber noch mehr als zehn Jahre Emissionswachstum vergehen. Um das Jahr 2018 werden die Emissionen um etwa 45% höher als 2007 sein, bei gleich bleibenden Rahmenbedingungen (business-as-usual). Zu Bestandsemissionen kommen bis 2018 zunehmend Emissionen bei Außerbetriebnahme der Fahrzeuge hinzu (außer bei Schiffen und Schienenfahrzeugen wegen ihrer viel längeren Lebensdauer).

Die Lage bei mobilen Kälteanlagen (Kühlfahrzeuge) ist derjenigen bei stationären Systemen ähnlich, allein schon wegen der Vielfalt der verwendeten HFKW-Typen. Eine Ausstattungsquote mit Kältesystemen gibt es nicht, weil alle Kühlfahrzeuge eine Kälteanlage haben. Auch hier wird gegenwärtig immer noch R-22 abgelöst. Wegen des starken Wachstums neuer Fahrzeuge in den letzten Jahren werden der HFKW-Bestand und damit die Emissionen noch zehn Jahr lang zunehmen, bis 2017 um 10 bis 20%. Das ZSE nimmt bis auf weiteres keine Reduzierung der Emissionsraten und der spezifischen Kältemittelfüllmengen an.

3. Hartschaum (XPS, PU, Montageschaum)

Seit Ablösung der HFCKW-Treibmittel durch HFKW im Jahr 2001 ist die Herstellung von Dämmplatten aus extrudiertem Polystyrol (XPS) der Schaumsektor mit den meisten Emissionen. Die Menge des HFKW-134a, der bei der Herstellung zu 25-30% in die Atmosphäre entweicht, ist bis 2007 nur wenig zurückgegangen. Dagegen hat sich der Einsatz von HFKW-152a, der bei der Herstellung vollständig emittiert (er wird nicht als Zellgas für die Nutzphase verwendet, sondern dient der Erzeugung feinerer Zellstrukturen), seit 2001 mehr als halbiert. Aufgrund des niedrigen GWP (140) schlägt sich dieser Rückgang aber nur gering in den klimawirksamen HFKW-Emissionen des Sektors nieder.

Bei PU-Hartschaum wird der HFKW-134a seit 1996 eingesetzt, vorwiegend für Integralschaum, wo Verbrauch und Emissionen gleich sind (Emissionsrate 100%). Die emittierte Menge schwankt seit vielen Jahren um 90 metrische Tonnen.

Bei den neuen, flüssigen HFKW (365mfc und 245fa) war das Einstiegsniveau im Jahr 2003 nicht sehr hoch gewesen. Nur in wenigen Teilbereichen der PU-Schäumung waren die Anwender nach sukzessiven Verboten von FCKW und HFCKW noch bei halogenierten Treibmitteln geblieben. Dies geschah vor allem dort, wo schwere Entflammbarkeit der Treibmittel gefordert wurde, wie bei Spritzschaum. Der jährliche Verbrauch für die beiden (wegen Vertraulichkeitszusage zusammen berichteten) HFKW liegt relativ konstant bei 250 t, die sowohl für Integralschaum (100% Emissionsrate bei Herstellung) als auch für PU-Dämmsysteme (Emissionsrate 15% bei Herstellung) genutzt werden. Die Emissionen beider HFKW liegen bei 100 t/a.

Im internationalen Vergleich ist Deutschland ein kleiner Emittent von HFKW-Treibmitteln aus der PU-Schäumung.

Die Emissionen aus der Anwendung von PU-Montageschaum, der bis 2000 größten einzelnen Emissionsquelle von HFKW in Deutschland überhaupt, haben sich 2007 nicht im erwarteten Tempo weiter vermindert. Es kam gegenüber 2006 und 2005 sogar zu einem Wiederanstieg des inländischen Verbrauchs (identisch mit

Emissionen). Noch vor wenigen Jahren war für 2007 eine Reduktion auf geringe Restmengen prognostiziert worden.

Als offene Anwendung war PU-Montageschaum bereits Ende der 90er Jahre unter politische Kritik geraten; die EU F-Gase-Verordnung (Verordnung [EG] Nr. 842/2006) sieht das Verbot der Treibmittels HFKW-134a ab Juli 2008 bis auf einen geringen Rest vor, der zur Einhaltung nationaler Sicherheitsnormen erforderlich ist[4] (Bergbau). Tatsächlich nahm der über viele Jahre festgestellte stetige Abwärtstrend der HFKW-Emissionen das Verbot bereits vorweg. Alle Abfüller, die den deutschen Markt beliefern, erfüllen inzwischen mit brennbaren Treibmitteln, die noch vor 10 Jahren als zu gefährlich galten, die in Deutschland geforderte Baustoff-Brandklasse B 2 für ihre gesamte Produktpalette.

Für den überraschenden Anstieg des HFKW-Einsatzes von 2007 über das Niveau des Jahres 2005 hinaus gibt es folgende Erklärung: Die Abfüller wollten vor dem Verbot ihre Bestände an HFKW-haltigen Dosen abverkaufen und die auf Lager befindlichen HFKW-Mengen vor dem endgültigen Verbot aufbrauchen.

Das nächste Berichtsjahr wird zeigen, ob diese Erklärung zutrifft.

4. Dosieraerosole, andere Aerosole und Lösemittel

Bis 2002 hatten medizinische Dosieraerosole mit FCKW und danach HFKW die Hälfte des Marktes an Pulverinhalatoren verloren. Seitdem liegen die HFKW-Emissionen aus der Anwendung medizinischer Sprays relativ konstant bei 200 t/a. Mittelfristig scheint eine wesentliche Veränderung nicht wahrscheinlich.

Die Emissionen aus nichtmedizinischen Aerosolen waren bereits 1995 niedrig – gemessen an den historischen Mengen Ende der siebziger Jahre des 20. Jahrhunderts. Mit "anderen" Aerosolen sind heute nur noch einige technische Sprays (einschl. eines so genannten Haushalts-Rohrreinigers) gemeint sowie so genannte sog. "Novelties". Letztere umfassen Dekorationssprays und reine Spaßprodukte.

Die Anwendung von HFKW für Novelties ist ab 2009 durch die EU F-Gase-Verordnung verboten. Im Vorgriff darauf nahm 2007 die Verwendung dieser (ausschließlich importierten) HFKW-haltigen Sprays erstmals kräftig ab – von 80 t auf etwa 40 t. Der bereits 2006 einsetzende europäische Abwärtstrend war in Deutschland wegen der Fußball-Weltmeisterschaft aufgehalten worden, die einen Verbrauchsanstieg von Signalhörnern ausgelöst hatte.

Obwohl HFKW in technischen Aerosolen nicht verboten werden, scheinen ihren Abfüllern und Anbietern in Deutschland diese Treibgase an Zukunftssicherheit

[4] Aus dem Verordnungstext ergibt sich nur ein Verbot für Treibmittelgemische (Zubereitungen) über einem GWP von 150. Damit ist die Verwendung von HFKW-152a weiterhin gestattet. Dieser HFKW wird wegen seiner Brennbarkeit allerdings immer weniger eingesetzt. Wichtig ist, dass unter "Zubereitung" die gesamte Treibmittelmenge pro Dose gemeint ist, d.h. die Gesamtheit des Gemischs aus brennbaren Gasen und HFKW. Wenn dieses Gemisch das GWP 150 nicht überschreitet, ist eine Zugabe des HFKW-134a (bis ca. zehn Prozent) nicht verboten. Diese Bestimmung macht die Wiederverwendung von nicht genutzten HFKW-134a-haltigen Treibmitteln, die aus gebrauchten Dosen zurückgewonnen werden, möglich. Diese Rückgewinnung wird in Deutschland seit mehreren Jahren praktiziert.

eingebüßt zu haben. Vermehrt konnte HFKW-Ersatz durch brennbare Treibmittel festgestellt werden. Die HFKW-Mengen gingen seit 2005 um fast 20% zurück.

Allerdings blieb auch 2007 die HFKW-Menge für den größten Einzelposten der "anderen" Aerosole unverändert hoch: etwa 45 t für ein so genanntes Haushaltsspray gegen Rohrverstopfung. Für diesen Rohrreiniger wird nur 134a eingesetzt, damit sich im Rohr keine explosiblen Gase bilden. Selbst in Abfüllerkreisen gilt diese Anwendung, die zu erheblichem Teil in die USA exportiert wird, als umstritten.

HFKW-Lösemittel sind von marginaler Bedeutung, weil die Gesetzgebung gegenüber chlorierten und fluorchlorierten Vorläufersubstanzen bereits vor der HFKW-Markteinführung zu einer breiten Palette von Alternativen geführt hatte.

5. Feuerlöschmittel

Bei Feuerlöschmitteln, dem ehemals großen Bereich der ozonschicht-zerstörenden Halone, spielen HFKW wie HFKW-227ea, -236fa und der seit 2005 eingesetzte HFKW-23 eine untergeordnete Rolle. In den Jahren 2006 und 2007 ist der inländische Neuverbrauch des bedeutendsten HFKW-Löschmittels 227ea auf dem Niveau von 2005 geblieben. Damit ist der jahrelange Abwärtstrend bei diesem Löschmittel einstweilen wohl gestoppt. Im Jahr 2000 war aber noch fast die zehnfache Menge davon im Inland verkauft worden. Für den Brandschutz von EDV-Räumen werden zunehmend andere Löschmittel eingesetzt.

6. Produktion, Halbleiter, Schutzgas

HFKW-Emissionen aus der chemischen Herstellung von HFCKW und HFKW sowie aus der HFKW-Anwendung im Halbleitersektor und in der Magnesiumindustrie haben sich 2006 und 2007 gegenüber 2005 halbiert (von 79 auf 38 t). Die Hauptursache liegt in der HFKW-Herstellung. Der Betreiber der Produktionsanlagen von HFKW, die Solvay Fluor & Derivate GmbH, hat neue Messungen der Produktionsverluste durchgeführt und konnte daraufhin die bisherige Emissionsrate um über die Hälfte reduzieren. Auch die Emissionen des unbeabsichtigten HFKW-23-Nebenprodukts aus der Synthese des HFCKW-22 konnten gegenüber 2005 erneut halbiert werden. In 2007 trat dagegen eine deutliche (gewollte) Zunahme des HFKW-134a in Magnesiumgießereien auf, wo dieser Stoff als Schutzgas das extrem starke Treibhausgas SF_6 ablöst (ab 1.1.2008 SF_6-Verbot in Gießereien mit jährlichem Verbrauch über 850 kg Schutzgas). Im Jahr 2006 war der Einsatz von HFKW-134a gegenüber dem Vorjahr leicht zurückgegangen, da einige Gießereien noch technische Probleme mit der Umstellung hatten. Im Berichtsjahr 2007 sind diese Probleme offenbar zügig gelöst worden. Die Emissionen des in der Halbleiterproduktion eingesetzten HFKW-23 sind seit 2000 weitgehend unverändert.

2. FKW 1995-2007

Die Emissionen von FKW (PFC) nehmen seit 1995 stetig ab. Die Tabellen 5 und 6 zeigen: Insgesamt betragen die FKW-Emissionen von 2007 weniger als 30% des Jahres 1995. Sie sind von 256 auf 74 t gesunken, bzw. von 1,75 auf 0,528 Mio. t CO_2-Äquivalente.

Tab. 5 Entwicklung der FKW-Emissionen [t] 1995-2007					
	1995	**2000**	**2004**	**2006**	**2007**
Aluminiumproduktion	230	53	66	28	29
Halbleiterherstellung	23	43	33	31	24
Leiterplattenfertigung	2	2	2	2	2
Kältemittel	1,2	11,1	14,8	17,9	17,0
Sportschuhe					2,8
Insgesamt	**256**	**109**	**116**	**79**	**74**

Tab. 6 Entwicklung der FKW-Emissionen [Mio. t CO_2-Äquivalente] 1995-2007					
	1995	**2000**	**2004**	**2006**	**2007**
Aluminiumproduktion	1,552	0,356	0,446	0,188	0,193
Halbleiterherstellung	0,177	0,333	0,254	0,237	0,177
Leiterplattenfertigung	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
Kältemittel	0,008	0,080	0,107	0,131	0,125
Sportschuhe					0,020
Insgesamt	**1,750**	**0,781**	**0,820**	**0,569**	**0,528**

1. Aluminiumherstellung

Die Hersteller von Primäraluminium schlossen 1997 eine Selbstverpflichtung ab, die die Senkung der Emissionen unter das Ausgangsjahr vorsah. Das Ziel war bald erreicht, weil in den fünf deutschen Hütten durch Modernisierung der Ofendosierung (Zufuhr von Tonerde in die Schmelze) die spezifischen FKW-Emissionen (pro Tonne Aluminium) gesenkt werden konnten. Die Produktionskapazität wurde bis 2005 gehalten, als die FKW-Emissionen schon auf 50 t/a zurückgegangen waren.

In den Jahren 2006 und 2007 fanden große Strukturveränderungen statt, die zu einer Absenkung der FKW-Emissionen (CF_4 und C_2F_6) um 40% gegenüber 2005 führten – auf nunmehr 29 t/a.

Ende 2005 schied die Hamburger Hütte (20% der Gesamtkapazität) aus, nahm aber nach anderthalb Jahren Mitte 2007 unter neuem Eigentümer die Produktion wieder auf. Ende 2006 wurde eine weitere Hütte (Stade) mit 10% der ursprünglichen Gesamtkapazität endgültig stillgelegt. Das bedeutet, dass in 2006 nur vier der fünf Hütten aktiv waren und in 2007 zunächst nur drei, in der zweiten Jahreshälfte wieder vier. Die Ende 2006 geschlossene Hütte in Stade war unter den deutschen Hütten aufgrund ihrer Dosiertechnik (seitenbedient statt Punktdosierung) diejenige mit den weitaus höchsten spezifischen Emissionen gewesen. Der Wegfall ihrer Emissionen wirkt sich daher nicht nur im Maße der ausgeschiedenen Produktionskapazität auf die verbleibenden Gesamtemissionen aus, sondern trägt dauerhaft zu überproportionaler Senkung bei.

2. Halbleiterindustrie

Auch die Halbleiterhersteller haben eine Selbstverpflichtung abgeschlossen, der zufolge trotz erheblicher Produktionssteigerung die Emissionen bis 2010 unter das Niveau des Ausgangsjahrs gesenkt werden sollen. Bis 2000 stiegen die Emissionen weiter an, weisen aber seitdem eine leicht fallende Tendenz auf, so dass in 2005 und 2006 erstmals weniger Emissionen als 1998 entstanden. Der Branche gelang im Jahr 2007 eine deutliche Absenkung der Emissionen um 25% gegenüber dem Vorjahr.

3. Kältemittel

Emissionen von FKW-Kältemitteln stammen aus Altanlagen der Gewerbekälte, die im Zuge des R-12-Ersatzes in bestehenden Anlagen in den 90er Jahren mit so genannten Service-Kältemitteln befüllt wurden. Letztere enthielten als chlorfreie Komponente häufig FKW-218. Mit der Außerbetriebnahme der ehemaligen FCKW-Anlagen gehen auch diese FKW-Emissionen zu Ende – spätestens 2012.

4. Sportschuhe

In bestimmten Sportschuhen wird seit 2004 der FKW-218 anstelle von SF_6 eingesetzt. Die ersten Emissionen aus dieser Anwendung traten 2007 ein, da eine durchschnittliche (emissionsfreie) Nutzungsdauer von drei Jahren angenommen wird.

3. SF_6 1995-2007

SF_6-Emissionen sind im Zeitraum 1995-2007 von 303 auf 231 t gesunken, was in CO_2-Äquivalenten einen Rückgang von 7,2 auf 5,5 Mio. t ausmacht. Bei näherer Betrachtung der Tabellen 7 und 8 zeigt sich aber, dass seit 2004 die Emissionen gegenüber dem Vorjahr wieder zunehmen. Die Zunahme ist im Wesentlichen die Folge des Verbrauchszuwachses einer einzigen Branche, nämlich der Produktion von Sekundäraluminium. Aufgrund neuerer Erkenntnisse sind diese Emissionsdaten aber nicht mehr ganz sicher, weil begründete Zweifel an der – bisher praktizierten - vollständigen Gleichsetzung von Verbrauch mit Emissionen aufgekommen sind.

Tab. 7 Entwicklung der SF_6-Emissionen [t] 1995-2007

	1995	**2000**	**2004**	**2006**	**2007**
Autoreifen	110	50	4	2,5	2,1
Schallschutzscheiben	107,9	51,7	53,4	60,2	65,4
Elektr. Schaltanlagen	27,3	16,9	16,3	14,4	15,8
T&D Bauteile	16,7	26,6	16,0	12,4	9,9
Teilchenbeschleuniger	4,5	5,0	4,9	4,9	4,9
Magnesiumguss	7,8	13,4	24,9	24,1	15,2
Alu-Guss/Spurengas	1,0	14,5	46,1	85,5	83,6
Sohlen/Radar/Schweißen	18,5	23,3	10,8	10,7	8,5
Solartechnik/Opt. Fasern	0	0	1,5	4,7	20,3
Sonstiges einschl. Halblt.	9,0	11,4	13,4	10,3	5,9
Insgesamt	**303**	**213**	**191**	**230**	**231**

Tab. 8 Entwicklung der SF_6-Emissionen [Mio. t CO_2-Äquivalente] 1995-2007

	1995	**2000**	**2004**	**2006**	**2007**
Autoreifen	2,629	1,195	0,096	0,060	0,050
Schallschutzscheiben	2,578	1,236	1,275	1,440	1,563
Elektr. Schaltanlagen	0,654	0,403	0,389	0,344	0,377
T&D Bauteile	0,400	0,636	0,383	0,295	0,236
Teilchenbeschleuniger	0,108	0,120	0,117	0,117	0,118
Magnesiumguss	0,188	0,320	0,594	0,575	0,362
Alu-Guss/Spurengas	0,024	0,347	1,102	2,043	1,997
Sohlen/Radar/Schweißen	0,442	0,557	0,258	0,255	0,204
Solartechnik/Opt. Fasern	0	0	0,036	0,111	0,485
Sonstiges einschl. Halbl.	0,216	0,271	0,319	0,246	0,141
Insgesamt	**7,237**	**5,086**	**4,569**	**5,486**	**5,533**

Für die Emissionsabschätzung der Jahre 2006 und 2007 konnte erstmals das novellierte Umweltstatistikgesetz genutzt werden. In den Jahren 2007 und 2008 führte das Statistische Bundesamt die jährliche "Erhebung bestimmter klimawirksamer Stoffe: Schwefelhexafluorid" bei den Gasehändlern nach deren Abnehmergruppen durch. Die jährlichen Verbrauchsmengen der Gruppen Schallschutzscheiben, Autoreifen (Kfz-Werkstätten), Flugbetrieb (Radar), Magnesiumgießereien, Aluminiumgießereien, Solartechnik und Opt. Glasfasern konnten auf diese Weise erfasst werden. Ab dem Berichtsjahr 2007 waren die Anlaufprobleme (falsche Zuordnungen) gelöst, wodurch die Datensicherheit gegenüber der früheren Erhebungspraxis vor 2006 erheblich angestiegen ist.

1. Autoreifen

Seit Mitte der 90er Jahre ist die Anwendung von SF_6 zur Befüllung von Autoreifen rückläufig. Als Folge erfolgreicher Umweltaufklärung ist der Verbrauch (= Emission) von über 100 t auf 2,1 t (2007) zurückgegangen. Ob das Verbot dieser Anwendung durch die EU F-Gase Verordnung ab 4. Juli 2007 eingehalten worden ist, kann nächstes Jahr validiert werden.

2. Schallschutzscheiben

Ab Juli 2007 ist die Anwendung von SF_6 für Schallschutzscheiben in Wohnhäusern verboten, ein Jahr später auch für "sonstige Fenster". Der jährliche Neuverbrauch von SF_6 (in den Tabellen nicht gesondert ausgewiesen) betrug im Jahr 2007 noch 9,1 t, was gegenüber 1995 nur noch 3,3% (9,1 t zu 275 t) sind. Die heutigen und künftigen Emissionen stammen vorwiegend aus der offenen Entsorgung alter Fenster 25 Jahre nach der Befüllung des Scheibenzwischenraums. Das ist die Ursache des Anstiegs der Emissionen um jährlich 5 t seit 2005. Diese Entsorgungsemissionen werden noch bis 2020 zunehmen, und zwar bis auf etwa 140 t im Jahr. Das ist vom heutigen Stand der Technik aus gesehen nicht zu ändern.

3. Elektrische Anlagen der Energieübertragung und -verteilung

Weltweit ist die SF_6-Anwendung Schaltgeräte und Schaltanlagen bei weitem die größte, und auch in Deutschland ist das der Sektor mit dem höchsten SF_6-Verbrauch (600 t in 2006, 743 t in 2007). Die große Mehrheit der produzierten Anlagen wird allerdings exportiert. Emissionen entstehen bei der Herstellung, im Betrieb und bei Außerbetriebnahme. Trotz des Anstiegs von Neuverbrauch und Bestand gehen die Emissionen seit 1995 zurück, und zwar von über 27 t in 1995 bis auf 14,4 t in 2006 bzw. 15,2 in 2007. Den leichten Anstieg gegenüber 2006 verursachten die Herstellungsemissionen infolge des konjunkturell bedingten größeren Neuverbrauchs der Herstellerbetriebe. Das Ziel der Hersteller und Betreiber aus der aktualisierten Selbstverpflichtung von 2005, nämlich bis 2020 die Gesamtemissionen auf jährlich 17 t zu begrenzen, wird bereits jetzt eingehalten und dürfte auch bei weiterer Steigerung der Produktion unterschritten werden.

Anzumerken ist, dass die Netzbetreiber, bei denen die Bestandsemissionen entstehen, seit 2008 (ab Berichtsjahr 2007) ein neues System der Datenerfassung etabliert haben. Anstelle einer Vollerhebung bei etwa neunzig Netzbetreibern (Hoch- und Mittelspannung) werden die Emissionen anhand ausgewählter Referenzanlagen, an denen sie exakt gemessen werden können, hochgerechnet. Diese Methode hat sich für das erste Berichtsjahr bewährt.

4. Produktion elektrischer Bauteile für die Energieübertragung (T&D Bauteile)

Hier handelt es sich um Zu- und Anbauten für Schaltanlagen wie Messwandler und Durchführungen, aber auch um Kondensatoren für Umrichter. Diese Bauteile wurden früher zusammen mit den Schaltanlagen ("elektrische Betriebsmittel") berichtet, werden aber seit 2005 davon getrennt ausgewiesen, um den Stand der im vorigen Abschnitt genannte Selbstverpflichtung, die sich nur auf Schaltanlagen im engeren

Sinn bezieht, sichtbar zu machen. Im Jahr 2000 betrugen die Emissionen bei der Herstellung fast 27 t und damit mehr als aus Schaltanlagen selbst. Die Industrie hat durch Wiederverwendung und Kreislaufführung des Gases den Verbrauch pro Produkt erheblich verringert, so dass im Jahr 2006 nur noch 12 t Emissionen entstanden, die in 2007 erneut gesenkt werden konnten (auf 9,9 t).

5. Teilchenbeschleuniger

Die jährlichen Emissionen aus Teilchenbeschleunigern bewegen sich seit vielen Jahren relativ konstant zwischen 4 und 5 t, was sich auch mittelfristig fortsetzen dürfte. Große Neubauten sind mittelfristig ebenso wenig geplant wie große Außerbetriebnahmen. Zuwachs bei Bestand und Emissionen erfolgt nur durch medizinische Geräte der Strahlentherapie, deren mittlere Füllmengen mit 0,5 kg allerdings klein sind.

6. Magnesiumguss

Die EU F-Gase-Verordnung hat ab 1.1. 2008 die Anwendung von SF_6 als Schutzgas in Magnesiumgießereien mit mehr als 850 kg SF_6-Jahresverbrauch verboten. Seit 2004 befinden sich die vier größten deutschen Gießereien in der Umstellung auf den HFKW-134a, der, gemessen an SF_6, als klimaschonendere Alternative gilt. 2006 war das erste Jahr seit 1999, in dem der inländische Gesamtverbrauch, der gleich Emission gilt, gegenüber dem Vorjahr gesunken war – von 27,9 auf 24,1 t. Im Jahr 2007 wirkte sich die Umstellung auf HFKW-134a erstmals signifikant aus: es wurden nur noch 15,2 t verbraucht (große und kleinere Betriebe zusammen). Die Umstellung auf HFKW-134a ist technisch anspruchsvoll, so dass nicht alle vier vom Gesetz betroffenen Gießereien Ende 2007 ganz SF_6-frei gearbeitet haben. Allerdings zeigten sich auf einem Fachgespräch des Umweltbundesamts im Dezember 2007[5] alle Beteiligten zuversichtlich, die Anwendungsprobleme wie Korrosion u. dgl. kurzfristig zu bewältigen. Wenn ab 2008 nur noch die Betriebe mit jährlichem Schutzgasverbrauch unter 850 kg SF_6 einsetzen, können die Emissionen auf 3 bis 4 t/a sinken. Hierzu ist anzumerken, dass auch mehrere kleinere Gießereien die Umstellung auf HFKW-134a durchgeführt oder in Angriff genommen haben.

7. Aluminiumguss und Spurengas

Hauptemissionsquelle ist die Aluminiumindustrie, und zwar nicht die Hersteller von Primäraluminium, sondern bestimmte Aluminiumverarbeiter. Seit 1998 werden zur Produktion von Aluminiumlegierungen wieder große SF_6–Mengen eingesetzt, obwohl dieses Gas aus der Anwendung bereits verschwunden war. Die Einsatzmenge, die zurzeit der Emissionsmenge gleichgesetzt wird (die Überprüfung der effektiven Zersetzung des Gases erfolgt 2009), ist auch 2006 weiter gestiegen – auf mittlerweile 85 t bzw. 2 Mio. t CO_2-Äquivalente. Auf diesem hohen Niveau ist der Verbrauch auch 2007 geblieben.

---

[5] Öko-Recherche: Fachgespräche zur Verordnung (EG) Nr. 842/2006 über bestimmte fluorierte Treibhausgase zu den Themen Qualifikation und Zertifizierung von Unternehmen und Personal (Kälte-Klimabranche) und Verwendung von Schwefelhexafluorid in der NE-Metallindustrie, Bericht für das Umweltbundesamt, FKZ 363 01 172, Januar 2008.

Von Anwenderseite werden die Emissionen auf weniger als 5% der Einsatzmenge geschätzt. Da gegenwärtig aber noch nicht durch Messungen, die auch das Umweltbundesamt anerkennt, geklärt ist, bis zu welchem Grad sich das Gas in der Anwendung wirklich zersetzt, setzen wir (und das ZSE) Verbrauch bis auf weiteres noch vollständig mit Emissionen gleich; die neuen Richtlinien des IPCC bieten keine Anhaltspunkte für die Emissionsrate.

Es ist nicht auszuschließen, dass im Resultat der Messergebnisse die berichteten Emissionen rückwirkend nach unten korrigiert werden können.

Die Emissionen von Spurengas sind gering. Sie haben in den vergangenen Jahren weiter abgenommen, u. a. weil die Messinstrumente empfindlicher geworden sind. Gegenüber Luftwechselmessungen in Gebäuden, Kontrolle von Haldenabdeckungen u. dgl. haben meteorologische Untersuchungen mit SF_6 an Bedeutung veloren.

8. Sportschuhsohlen, AWACS-Radar, Schweißen

Bis zum Zwischenbericht für Berichtsjahr 2006 hatten wir in diesem Sammelposten auch noch Solartechnik und Optische Glasfasern untergebracht. Die letzten beiden Anwendungen haben wir jetzt erstmalig ausgegliedert (siehe folgenden Abschnitt), weil ihr SF_6-Verbrauch seitdem sprunghaft angestiegen ist und eine relevante Größenordnung erreicht hat.

Die Gesamtemissionen der drei Anwendungen Sportschuhe, Radar und Schweißtechnik sind seit 1999 kontinuierlich gefallen, von 24 t auf 8,5 t (2007). Das liegt im Wesentlichen an der verringerten SF_6-Freisetzung aus entsorgten Sportschuhen, die 2007 erstmals Null betrug. Der Sportartikelhersteller setzte in neuen Schuhen seit 2004 kein SF_6 mehr ein, sondern den FKW-218 (beide Gase sind durch die EU F-GaseV in neuen Schuhen aber ab Juli 2006 verboten).

Die SF_6-Emissionen aus Radarsystemen, soweit sie der Bundesrepublik Deutschland aus der AWACS-Flotte zugerechnet werden, sind seit mehreren Jahren konstant.

Dagegen zeigt die Anwendung Schweißtechnik eine leichte Aufwärtstendenz. Dazu ist zu sagen, dass diese Nutzung, bei der SF_6 als Schutzgas dient, nur bei einem einzigen Unternehmen vorkommt. Sie blieb deshalb lange Jahre unentdeckt. Das ist der Hauptgrund, warum sie bisher keiner Regulierung unterworfen wurde. Die Frage ist zu stellen, ob es wirklich keine brauchbare Alternative zu SF_6 gibt.

9. Solartechnik und Optische Glasfasern

SF_6 und - bislang in geringem Maße- andere fluorierte Treibhausgase werden zum Plasma-Ätzen und zur Reinigung der Reaktionskammern nicht nur in der eigentlichen Halbleiterindustrie eingesetzt, sondern auch zur Herstellung photovoltaischer Zellen. Weil hier das Gas niedrigere Reinheitsanforderungen erfüllen muss, wird die Anwendung separat betrachtet. Seit etwa 2001 ist der Verbrauch stetig und im Jahre 2007 sprunghaft angestiegen, auf nunmehr 25 t/a, wie aus der Erhebung des Statistischen Bundesamts bei den Gasehändlern hervorgeht. Wir verwenden in Anlehnung an die neuen IPCC-Richtlinien einen Emissionsfaktor von 0,5 (Anteil

unzersetzten Abgases an der Zufuhr) und kommen zu 12,5 t Emissionen in 2007 (nach 5 t in 2006).

Auch die Verwendung von SF_6 bei der Produktion optischer Glasfasern ist in Deutschland relativ neu und im Wachstum begriffen. Das Gas wird dort zur Fluordotierung eingesetzt. Mangels Angabe in den IPCC-Richtlinien haben wir gestützt auf Branchenexperten den Emissionsfaktor mit 0,7 angesetzt. Der Verbrauch war 2006 gegenüber dem Vorjahr leicht auf 2,5 t gesunken, stieg aber 2007 auf 11,2 t an. Die entsprechenden Emissionen betrugen 7,8 t.

10. Sonstiges einschl. Halbleiterindustrie

Die zwei größten Posten in dieser Restgruppe sind Emissionen aus der chemischen Herstellung von SF_6 und die Anwendung von SF_6 in der Halbleiterindustrie. Der Rückgang im Jahr 2006 gegenüber dem Vorjahr geht hauptsächlich auf die Halbleiterindustrie zurück, im Jahr 2007 konnten auch die Produktionsverluste der industriellen SF_6-Synthese deutlich gesenkt werden.

4. Prüfung der Datenermittlung über externe Datenbanken

Die Unsicherheiten der Verbrauchs- und Emissionsdaten für die F-Gase sind im Allgemeinen eingrenzbar[6], allerdings sind sie im Bereich der stationären Kälte- und Klimatechnik sehr hoch. Das hat nachteilige Auswirkungen auf die gesamte Qualität der F-Gas-Daten, weil dieser Sektor mit fast einem Drittel aller F-Gas-Emissionen bei weitem der größte ist.

Alternativen zu der seit 2002 praktizierten Ableitung der Emissionen aus empirisch begründeten Kältemittelmodellen in Gewerbekälte, Industriekälte und – mit Einschränkungen –Transportkälte gab es bisher nicht. Darum beruhten vor Beginn dieser Studie große Hoffnungen auf den Datenbank-basierten Systemen Ecoklima bzw. VDKW-LEC zur Verwaltung von Kälte-Klimaanlagen.

Beide Systeme befanden sich im Jahr 2007 im Aufbau, wobei sich Ecoklima zunächst primär an Betreiber der Kälteanlagen und VDKF-LEC primär an Fachbetriebe richtete. Mittlerweise stehen beide Systeme sowohl Betreibern als auch Kälte-Klima-Fachbetrieben offen, und beide Systeme können vom Ansatz her für das nationale F-Gas-Emissionsinventar genutzt werden. Von den Initiatoren wurde von Anfang an die Bereitschaft signalisiert, für das Umweltbundesamt dem Emissionsinventar angepasste Auswertungen durchzuführen.

Die seit 2007 gesetzlich geltende Aufzeichnungspflicht nach Artikel 3 Abs. 6 der EU F-Gase-Verordnung für Anlagen mit Füllmenge über 3 kg in Bezug auf Menge und Typ der verwendeten fluorierten Kältemittel, nachgefüllte Mengen und die bei Wartung, Instandhaltung und Entsorgung rückgewonnenen Mengen kommt der Verbreitung der beiden Datenbanksysteme entgegen, weil sie das umfassende Aufzeichnen erleichtert.

Allerdings hatten wir zu Beginn der Studie das Tempo überschätzt, mit dem auswertbare Daten zur Verfügung gestellt werden könnten.

Auch wenn im Zeitraum dieser Studie in beiden Datenbanksystemen sowohl die Anzahl der beteiligten Fachbetriebe der Kälte-Klimatechnik als auch der Betreiber von Kälte-Klimaanlagen weiterhin angestiegen ist, ist die Zahl der erfassten Anlagen gegenwärtig (Ende 2008) immer noch zufällig und begrenzt und daher noch nicht ausreichend hoch für zuverlässige Hochrechnungen auf relevante Gesamt- oder Teilbestände. Das gilt für alle wichtigen Parameter der Emissionsabschätzung wie Anlagentypen, Füllmengen, Kältemittel, oder Nachfüllmengen bzw. Leckageraten.

Erschwerend kommt hinzu, dass sich die institutionellen Rahmenbedingungen des Systems VDKF-LEC im Jahr 2008 verändert haben und zum Zeitpunkt des Abschlusses dieser Studie noch nicht vollständig geklärt sind.

In den kommenden Jahren dürften allerdings verwertbare Resultate aus beiden Datenbanksystemen abrufbar sein.

---

[6] Zur Quantifizierung der Unsicherheiten siehe unseren Endbericht zum UBA-Forschungsvorhaben "Daten von H-FKW, FKW und SF_6 für die nationale Emissionsberichterstattung gemäß Klimarahmenkonvention für die Berichtsjahre 2004 und 2005 (F-Gas-Emissionen 2004/2005 und Unsicherheitsbestimmung im ZSE)", FKZ 205 41 217/01, Teilvorhaben 1 Fluorierte Treibhausgase, vom 30. Oktober 2007.

II. Nachweise für die Emissionsabschätzung 2006 und 2007

In diesem Teil des Berichts werden die Erhebungsnachweise für die Berichtsjahre 2006 und 2007 wiedergegeben. Persönliche Telefon-Durchwahlnummern und E-Mail-Adressen werden in dieser für die Öffentlichkeit bestimmten Fassung nicht genannt.

Die Gliederung der Datenquellen erfolgt nach den drei Stoffgruppen HFKW, SF_6 und FKW. Damit die Gliederung mit derjenigen nach CRF-Quellgruppen vergleichbar ist, wird deren Bezeichnung in Klammern hinter den Überschriften der einzelnen Sektoren angegeben.

Kälte- und Klimaanlagen (2.F.1)

Kühlfahrzeuge (2.F.1)

Kraftfahrt-Bundesamt, Zulassungen von fabrikneuen Kraftomnibussen, Lastkraftwagen, Zugmaschinen, sonstigen Kraftfahrzeugen und übrigen Kraftfahrzeuganhängern nach dem zulässigen Gesamtgewicht im Jahr 2006 (bzw. 2007) in Deutschland. Untergliederung Lastkraftwagen mit Normalaufbau nach Aufbauart Geschlossener Kasten mit Isolieraufbau und Kühlung.

VDA Verband der Automobilindustrie, Frankfurt, Statistische Abteilung (Petra Müller), Mitteilung vom 23.08.07; 29.08.08.

Dr. Manfred Burke, Frigoblock Großkopf GmbH, Essen, 0201-61301-0, Mitteilung 20.07.2007.

Thomas Borgert, m-tec (mobile Technik & mobiler Service), Ibbenbüren, 05456-960077, Mitteilung 26.07.07; 18.08.08.

UNEP, Report of the Refrigeration, Air conditioning, and Heat Pumps Technical Options Committee, 2006 Assessment, Nairobi, January 2007.

Peter Großkopf, Frigoblock Großkopf GmbH, Essen, 0201-61301-0, pers. Mitteilung an Öko-Recherche, Bonn, 27.11.2007.

RPA: Analysis of the Costs and the Impact on Emissions of Regulatory Measures for Reducing Emissions of Hydrofluorocarbons, Perfluorocarbons, Sulphur Hexafluoride in Foams and Mobile Refrigeration in the Road Transport Sector, Final Report, prepared for the European Commission, December 2005.

Kühlcontainer (2.F.1)

World Cargo News, Reefer output increases… but at a cost, Published: June 2007. http://www.worldcargonews.com/htm/nf20070803.592259.htm

World Cargo News, Record year for reefer machinery builders, Published: September 2007. http://www.worldcargonews.com/htm/nf20071104.661436.htm

World Cargo News, Reefer demand heats up, Published: November 2007. http://www.worldcargonews.com/htm/nf20071230.593642.htm

World Cargo News, 2007 Dry Freight and Reefer Container Manufacturing Report http://www.worldcargonews.com/htm/b20071119.597296.htm

Wärmepumpen (2.F.1)

Bundesverband WärmePumpe (BWP) e. V., Berlin, 030/208 333 55, Absatzstatistik 2006: Rekordjahr 2006: 43.886 Heizungswärmepumpen wurden in Deutschland verkauft. http://www.waermepumper.de/fileadmin/Grafik/Downloads/statistik2006.jpg.

Bundesverband WärmePumpe (BWP) e. V.: Wärmepumpen-Absatz 1992-2007. Rekordjahr 2007: 44.649 Heizungswärmepumpen wurden in Deutschland verkauft. http://www.waermepumpe.de/fileadmin/Grafik/PDF/absatz_2007.pdf

Stiftung Warentest, Mit Strom Wärme pumpen, im Test: Acht Elektro-Wärmepumpen, Typ: Sole/Wasser mit Erdreich als Wärmequelle, test 06/2007.

Michael Krukenberg (Produktmanagement), Stiebel Eltron GmbH & Co. KG, Holzminden, 05531-702-0, Mitt. 10.07.07.

Haushaltskühlgeräte (2.F.1)

Greenpeace Deutschland, Hamburg, 040-30618-0.
Wolfgang Lohbeck (Leiter Atmosphärenschutz), pers. Mitt. lfd.

Zentrale Klimaanlagen (2.F.1)

Kältemittelmodell siehe: Winfried Schwarz: Emissionen, Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren von fluorierten Treibhausgasen (F-Gasen) in Deutschland für die Jahre 1995-2002. Anpassung an die Anforderungen der internationalen Berichterstattung und Implementierung der Daten in das zentrale System Emissionen (ZSE), für das Umweltbundesamt, Dessau, Juni 2005, http://www.umweltbundesamt.org/fpdf-l/2902.pdf. UBA-Text 14/05.
Joern Kressner, Clivet GmbH (Vertriebsleiter Deutschland), Norderstedt, 040 52140-0, Mitteilung 10.07.07.
Matthias May, Carrier (Büro Frankfurt), 089-32154-0, Mitteilung 11.07.07; 08.05.08.

Raumklimageräte (2.F.1)

Polenz GmbH, Norderstedt, 040 52140-0 (Peter Hinrichsen), Mitteilung 09.07.07.
Stiftung Warentest: Die Klimamacher (Klimageräte im Vergleich), in: test 6/2008, 64-69.
Dr. Manfred Stahl, Promotor Verlags- und Fördergesellschaft mbH, 76185 Karlsruhe, 0721-565-0, Mitt. an Öko-Recherche 17.04. und 11.06.08.
Gesellschaft für Kälte- und Klimatechnik mbH & Co. KG, 60435 Frankfurt, 069-954306-0, Herr Scheel, Mitt. an Öko-Recherche 23.06.08.
JARN – Japan Air Conditioning, Heating & Refrigeration News, Tokyo 107-0052, Special Edition May 25, 2007 und May 25, 2008: World Air Conditioner Market, The 2006 and 2007 Overview.

Industriekälte und Gewerbekälte (2.F.1)

Kältemittel-Hersteller. Telefonische Befragung im September 2007 und Mai 2008 sowie Direktbefragung im November 2007 (DKV-Tagung Hannover) zu den Verkaufsmengen des Jahres 2006 in der stationären Kälte- und Klimatechnik. Beteiligt: Karsten Schwennesen (Ineos Fluor International Ltd., Frankfurt), Dr. Joachim Gerstel (Du Pont Deutschland GmbH, Bad Homburg), Klaus Pesler/Chantal Kurz (Arkema GmbH, Düsseldorf), Felix Flohr (Solvay Fluor und Derivate GmbH, Hannover), Hans-Jürgen Kemler (Westfalen AG, Münster).
Andrea Voigt (früher Rhodia), AMV Communication, Pourrain (Frankreich), Mitt. auf der DKV-Tagung, Hannover, 22.11.07.
Kältemittelmodell siehe: Winfried Schwarz: Emissionen, Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren von fluorierten Treibhausgasen (F-Gasen) in Deutschland für die Jahre 1995-2002. Anpassung an die Anforderungen der internationalen Berichterstattung und Implementierung der Daten in das zentrale System Emissionen (ZSE), für das Umweltbundesamt, Dessau, Juni 2005, http://www.umweltbundesamt.org/fpdf-l/2902.pdf. UBA-Text 14/05.

Die Gespräche offenbarten wiederum hohe Übereinstimmungen der Marktschätzungen der führenden Kältemittel-Hersteller in Europa/Deutschland mit den aus dem Kältemittel-Modell des ZSE abgeleiteten Inländischen Verbräuchen für 134a, 404A und 407C.

Das Gespräch mit dem Vertreter von DuPont Deutschland führte zu einer neuen Einschätzung (Verringerung) der Einsatzmengen der Tiefsttemperaturkältemittel HFKW-23, FKW-116 und der Mischung aus beiden, nämlich R-508B.

Zur Kontrolle der 2006-er Daten wurde erstmals die HFKW-FKW-Erhebung des Statistischen Bundesamts nach UStatG für das Jahr 2006 herangezogen. Siehe: Statistisches Bundesamt

Wiesbaden, Erhebung bestimmter klimawirksamer Stoffe, Ergebnisbericht 2006 in der Reihe Umwelt, erschienen 2008. Dort wird auch die Verwendung als Kältemittel erfasst, und zwar nach Stoffarten (HFKW-Typen, Blends) und nach Wirtschaftszweigen.

Aufgrund der vertraulich gewährten Einsichtnahme in die Zwischenauswertung des Statistischen Bundesamts konnten wir die inländischen Verbrauchschätzungen der (im Ergebnisbericht nicht einzeln genannten) "kleinen" Kältemittel in Industrie- und Gewerbekälte zum Teil deutlich nach unten korrigieren: R-23, R-227/-236, R-508; R-116.

Pkw-Klimaanlagen (2.F.1)

Adam Opel AG, Rüsselsheim, 06142-77-0. Michael Taube (Produkt-Kommunikation), 05.07.07; 21.04.08.
AUDI AG, Ingolstadt, 0841-89-0. Thomas Much (Absatzplanung – Einbauratenplanung) 19.07.07; Jutta Forster (Volumenplanung), 16.04.08.
BMW Group, München, 089-382-0. Albrecht Jungk (Verkehr und Umwelt), 18.07.07; 18.04.08.
Citroen Deutschland AG, Köln, 02203-44-0. Jörg Aßmann (2MK / PPM / Produktadministration), 5.07.07; 31.01.08.
Daihatsu Deutschland GmbH, Tönisvorst, 02151-705-0. Ralf Piotraschke (Produktplanung/Homologation), 19.07.07; Christian Amenda (Manager Business Planning), 15.02.08.
Daimler(Chrysler) AG, Stuttgart, 0711-17-0. Volker Eissele (Senior Manager Product Marketing and Accessories), 12.07.07; Anette Schäfer (VAN/VMP Secretary. Sales MB Vans Productmarketing & Accessories), 15.02.08.
Renault Deutschland AG, Brühl, 02232-73-0. Angela Lehmann (Produktkommunikation Renault), 18.07.07. Uta Nolte (Kommunikation), 06.02.08.
Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG, Zuffenhausen, 0711-911-0. Stefan Marschall (Öffentlichkeitsarbeit), 04.07.07.
Fiat-Automobil AG, Frankfurt, 069-66988-0. Sascha Wolfinger /Presse- und Öffentlichkeitsarbeit - Koordinator Testwagen), 04.07.07; 06.02.08.
Ford Werke AG, Köln, 0221-90-0. Hanns-Peter Bietenbeck (Senior Engineer Environmental Regulations), 17.07.07; 06.03.08.
Honda Motor Europe (North) GmbH, Offenbach, 069-8309-0. Peter Treutel (Product Manager), 03.07.07. Natalie Bruhne (Product & Marketing Planning), 31.01.08.
Hyundai Motor Deutschland GmbH, Neckarsulm, 07132-487-0. Dirk Bartkowiak (Koordinator Aftersales), 07.08.07; 18.02.08.
Kia Motors Deutschland GmbH, Frankfurt am Main, Klaus Kühner, 04.07.07; 15.02.08.
Mazda Motors Deutschland, Leverkusen, 02173-943-0.Mattias Brieden (Produktreferent Mazda2, Mazda5, Produktmarketing), 18.07.07; 30.04.08.
Mitsubishi Motors Deutschland GmbH, Trebur, 06147-207-01. Torsten Becker (Product Management Passenger Car), 05.07.07.
Peugeot Deutschland GmbH, Saarbrücken, 0681-879-0. Arnaud Perrin 19.07.07; Daniele Mark (Assistentin Vertriebslogistik), 03.04.08.
Renault Nissan Deutschland AG, Brühl, 02232-57-0. Michael Schweitzer (Neuwagenvertrieb Nissan), 19.07.07; 15.02.08.
SEAT Deutschland GmbH, Mörfelden-Walldorf, 06105-208-0. Burkhard Kolb (Vertrieb) 04.07.07; 15.02.08.
Skoda Deutschland, Weiterstadt, 06150-133-0. Eric Lehmann (Absatzplanung), 05.07.07; 15.02.08.
Smart: Daimler AG, 70546 Stuttgart, 0711-17-0. Senol Bayrak (Product Manager smart smart, 25.02.08.
Subaru Deutschland GmbH, Friedberg, 06031-606-0. Michael Höckner, 01.08.07; 14.02.08.
Suzuki International Europe GmbH, Bensheim, 06251-5700-0. He-Bong Park (Junior Productmanager), 02.08.07; 08.02.08.
Toyota Deutschland, Köln, 02234-102-0. Michael Nordmann (Produktmarketing), 17.07.07; 06.02.08.

Volkswagen AG, Wolfsburg, 05361-9-0. Dr. Michael Mrowietz (Umweltplanung Produktion/Standorte), 04.07.07; 31.01.08.
Volvo Car Germany GmbH. Keine Befragung mehr, da alle Modelle mit AC in Serie.

Kraftfahrt-Bundesamt, Neuzulassungen von Personenkraftwagen nach Segmenten und Modellreihen im Dezember 2006, Januar 2007. Neuzulassungen von Personenkraftwagen nach Segmenten und Modellreihen im Dezember 2007; Dezember 2007.
VDA (Verband der Automobilindustrie), Frankfurt, Analysen zur Automobilkonjunktur 2006, Januar 2007 (Tabellenteil); Analysen zur Automobilkonjunktur 2007, Januar 2008.
Winfried Schwarz/Jochen Harnisch: Establishing the Leakage Rates of Mobile Air Conditioners. Report on the EU Commission (DG Environment). Frankfurt/Nürnberg 2003. http://www.oekorecherche.de/english/berichte/volltext/leakage_rates.pdf.
Waeco International GmbH, Emsdetten, 02572-879-0. Franz-Josef Esch (Leiter Technik Klima), 04.07.07; 03.09.08.

Lkw-Klimaanlagen (2.F.1)

Kraftfahrt-Bundesamt, Statistische Mitteilungen, Fahrzeugzulassungen: Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern 2006 bzw. 2007 nach Größenklassen und Ländern (Übersicht 1), veröffentlicht im August 2007 bzw. Dezember 2007.
Kraftfahrt-Bundesamt, Zulassungen von fabrikneuen Kraftomnibussen, Lastkraftwagen, Zugmaschinen, sonstigen Kraftfahrzeugen und übrigen Kraftfahrzeuganhängern nach dem zulässigen Gesamtgewicht im Jahr 2006 in Deutschland (mitgeteilt durch den VDA, 23.08.07).
VDA (Verband der Automobilindustrie), Frankfurt, Analysen zur Automobilkonjunktur 2006, Januar 2007 (Tabellenteil); Analysen zur Automobilkonjunktur 2007, Januar 2008.
Daimler(Chrysler) AG (Nutzfahrzeuge). Jean-Pierre Pochic (Commercial Vehicles Division), 12.07.07 (Modelle Actros, Axor und Atego); 12.02.08.
Daimler(Chrysler) AG, Stuttgart, 0711-17-0. Volker Eissele (Senior Manager Product Marketing and Accessories), 12.07.07 (Modelle Vito und Sprinter); Anette Schäfer (VAN/VMP Secretary. Sales MB Vans Productmarketing & Accessories), 15.02.08.
Volkswagen AG, Werk Hannover, 0511-798-0. Stefan Schmitz (Zentrale Absatzplanung Nutzfahrzeuge), 11.07.07 (Modelle Transporter/Caravelle, LT, Caddy); 30.01.08.
Renault Nissan Deutschland AG, Brühl, 02232-73-0. Angela Lehmann (Produktkommunikation Renault), 18.07.07 (Modelle Master und Kangoo). Uta Nolte (Kommunikation), 06.02.08.
Öko-Recherche: Establishing the leakage rates of mobile air conditioners in heavy duty vehicles (070501/2005/422963/MAR/C1). Part I trucks, For the European Commission (DG Environment), February 2007.

Busklimaanlagen (2.F.1)

Kraftfahrt-Bundesamt, Statistische Mitteilungen, Fahrzeugzulassungen: Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern 2006 nach Größenklassen und Ländern (Übersicht 1), veröffentlicht im August 2007. Neuzulassungen von Kraftomnibussen, Lastkraftwagen und Sonstigen Kfz im Dezember 2007 nach Herstellern, Dezember 2007.
VDA (Verband der Automobilindustrie), Frankfurt, Analysen zur Automobilkonjunktur 2006, Januar 2007 (Tabellenteil); Analysen zur Automobilkonjunktur 2007, Januar 2008.
EvoBus GmbH, Ulm, 0731-181-0. Jan Wenzelburger (Abt. RH HLK), 17.04.07; 13.03.08.
NEOMAN Bus GmbH, Pilsting, 09953-920-0. Dr. Jörg Kirsamer (Leiter Kompetenzcenter Klima NEOMAN), 19.04.07; 24.04.08.
Öko-Recherche: Establishing the leakage rates of mobile air conditioners in heavy duty vehicles (070501/2005/422963/MAR/C1). Part II buses, For the European Commission (DG Environment), February 2007.

Landmaschinen-Klimaanlagen (2.F.1)

Kraftfahrt-Bundesamt, Zulassungen von fabrikneuen Kraftomnibussen, Lastkraftwagen, Zugmaschinen, sonstigen Kraftfahrzeugen und übrigen Kraftfahrzeuganhängern nach dem zulässigen Gesamtgewicht im Jahr 2006 in Deutschland, darin Land-/forstwirtschaftl. Zugmaschinen (mitgeteilt durch den VDA, 23.08.07).
Kraftfahrt-Bundesamt, Statistische Mitteilungen, Fahrzeugzulassungen: Neuzulassungen von Zugmaschinen 2006 gegenüber 2005 nach kW-Klassen sowie nach Haltergruppen (Übersichten 9 und 10), veröffentlicht im August 2007.
VDMA Landtechnik, Abteilung Markt und Konjunktur, Wirtschaftsbericht Landtechnik 2007, Autoren: Gerd Wiesendorfer und Dagmar Häser, Frankfurt im Juli 2007.
Gerd Wiesendorfer (VDMA Landtechnik, Abteilung Markt und Konjunktur), Mitt. an Öko-Recherche, 15.02.08.
Im Übrigen wurden die Daten des Modells aus Winfried Schwarz: Emissionen, Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren von fluorierten Treibhausgasen (F-Gasen) in Deutschland für die Jahre 1995-2002, fortgeschrieben.

Schiffsklimaanlagen (2.F.1)

Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, Zentralstelle SUK/SEA, Zentrale Binnenschiffs-Bestandsdatei Stand bei der WSD Südwest: Veränderungen des Schiffsbestandes der deutschen Binnenflotte im Jahr 2006, zugesandt von Andrea Hauf, WSD Südwest, Mainz, 06131 979-0, am 30.04.07.
Dies.: Veränderungen des Schiffsbestandes der deutschen Binnenflotte im Jahr 2007, zugesandt von Barbara Repp, WSD Südwest, Mainz, 06131 979-0, am 28.04.08.
Verband für Schiffbau und Meerestechnik e.V. (VSM) www.vsm.de Hamburg, 040-280152-0. VSM-Jahresbericht 2006. Mitt. von Gerhard Carlsson an Öko-Recherche über die auf deutschen Werften fertig gestellten Schiffe 2007, 29.04.08.
Wolfgang Kügel, Service Coordinator Johnson ControlsSystems & Services GmbH, früher York Schiffskälte, 22143 Hamburg-Rahlstedt, 040-670511-0, 18.04.07.
Verband Deutscher Reeder (VDR), 20354 Hamburg, 040-35097-0, Daten zur deutschen Handelsflotte 2006, Auswertung für Öko-Recherche, 18.04.07.
Ch. De Bilde (Verband Deutscher Reeder VDR), 20354 Hamburg, 040-35097-0, Übersicht der Schiffe unter deutscher Flagge nach Schiffstypen und Baujahr, Stand 31.01.2008, Mitt. an Öko-Recherche, 29.02.08.
Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ccnr), Marktbeobachtung der Europäischen Binnenschifffahrt, 2006 – II, 67082 Strasbourg Cedex, 2007. http://www.ccr-zkr.org/
Lloyd's Fairplay Register. Sea-Web, the Register of Ships online, http://www.sea-web.com
UNEP, Report of the Refrigeration, Air conditioning, and Heat Pumps Technical Options Committee, 2006 Assessment, Nairobi, January 2007.
M. Balthause, Drews Marine GmbH, Hamburg, Mitteilung 25.04.07.
Gretel Flindt, Geschäftsführerin Fischverwertung Heiligenhafen, Mitteilung 08.05.07.
Joachim Schmitt, Reederei Jaegers, Duisburg, Mitteilung 25.04.07.
Sven v. d. Heide, KLH-Montage, Bad Doberan, Mitteilung 21.05.07.
Parlevliet & van der Plas B.V, Euro-Baltic Fischverarbeitungs GmbH, Sassnitz, Uwe Richter, Mitteilung 25.04.07.
Öko-Recherche: The analysis of the emissions of fluorinated greenhouse gases from refrigeration and air conditioning equipment used in the transport sector other than road transport and options for reducing these emissions (07010401/2006/445124/MAR/C4). For the European Commission (DG Environment), Brussels 2007.

Schienenfahrzeugklimaanlagen (2.F.1)

Deutsche Bahn AG, Frankfurt am Main, Broschüren zum Bestand der Schienenfahrzeuge.
International Union of Railways (UIC), Paris, Railway time-series data 2005, Table B22 Passenger transport stock.

Eisenbahn-Kurier, Freiburg, verschiedene Ausgaben 2007.
Stadtverkehr. Fachzeitschrift für den öffentlichen Personen-Nahverkehr auf Schiene und Straße, Freiburg, verschiedene Ausgaben 2007.
Straßenbahn-Magazin, München, verschiedene Ausgaben 2007.
Lutz Boeck, Manager Systems Engineering, Faiveley Transport Leipzig GmbH, Schkeuditz, pers. Mitt. 19.06.06.
Martin Pabst, Straßenbahn- und Stadtbahnfahrzeuge. Das aktuelle Typen-Taschenbuch, München 2007.
Neues von der Klimatechnik für Schienenfahrzeuge – InnoTrans 2006 in: Die Kälte & Klimatechnik 10/2006, S. 56-58.
Stefan Vockrodt, Straßenbahn-Jahrbuch Deutschland und Europa 2007, München 2007.
Gespräche mit Experten von:
Bombardier Transportation GmbH, Berlin, Michael Eckhardt, 08.05.07;
Alstom LHB GmbH, Salzgitter, Frank Mackedanz, 28.03.07;
Siemens AG Transportation Systems, Frank Elsenheimer, 02.05.07;
Liebherr Transportation Systems GmbH, Korneuburg, Heinz Ebner, 30.03.07;
Liebherr Transportation Systems Mannheim GmbH, Mannheim, Walter Kirchgessner, 30.03.07;
Stadler Pankow GmbH, Berlin, Ronny Wandtke, 7 May 2007;
Faiveley Transport Leipzig GmbH, Schkeuditz, Lutz Bock, März bis Juli 2007;
Konvekta AG, Schwalmstadt, Peter Möller, Carsten Eichstätter, Uwe Wagner, 02.03.07;
Spheros GmbH (Webasto), Stockdorf, Klaus Ellinger, 02.05.07;
Adolph Ulrich (Entwicklungsberater Kälte- und Klimatechnik), Leipzig, 26.03.07.
DB Regio, München, 089-1308-5600, Jürgen Guss, Mitt. 22.04.08.
Deutsche Bahn AG, 32429 Minden, Dieter Leineweber, 22.04.08.
Öko-Recherche: The analysis of the emissions of fluorinated greenhouse gases from refrigeration and air conditioning equipment used in the transport sector other than road transport and options for reducing these emissions (07010401/2006/445124/MAR/C4). For the European Commission (DG Environment), Brussels 2007.

Hartschaum (2.F.2)

PU-Hartschaum (2.F.2)

Solvay Fluor & Derivate GmbH, Hannover, 0511-857-0.
Christoph Meurer (Manager Foam Blowing Agents), Mengenabschätzung für Solkane 365mfc und HFKW-245fa, Vertrauliche Mitteilungen an Öko-Recherche, 05.07.07; 06.05.08.
Honeywell International, Inc., Honeywell Specialty Materials.
Tim Vink: Absatz 245fa 2006 und 2007, Vertrauliches Schreiben an Öko-Recherche, 28.05.08.

Integralschaum (2.F.2)

Elastogran GmbH, Lemförde, 05443-12-0.
Karl-Wilhelm-Kroesen (Ökologie und Produktsicherheit), 06.07.07; 09.05.08.

Montageschaum (2.F.2)

Polypag AG, Appenzell (CH), Achim Niemeyer (Managing Director) +41-71 757 6411, Mitteilung an Öko-Recherche, 02.07.07.
Öko-Test 6/2007, Test: Montageschäume, einkomponentig, 114-117.
Autra Den Braven Aerosol GmbH + Co KG, 97234 Reichenberg-Albertshausen, 09366-9071-0.
Peter Lindner, 06.05.08; F. Engelaer, 23.07.08.
DEBRATEC (Büka), 01936 Schwepnitz in Sachsen, 035797-6460, Ursula Mittasch, 24.07.08.
HAGO Dr. Schirm Chemotechnik, München, 089-897702-0, Walter Eissler, 06.05.08.
Henkel KGaA, Düsseldorf, 0211-797-0. Milan Sebestian (Laborleiter AWT PU-Schäume), 08.05.08.

PDR Recycling GmbH + Co. Betriebs KG, Thurnau, 09228-950-0. Hans Taubenberger (GF) und Rebecca Hahn (Laborleiterin), 09.05.08.
Öko-Recherche: HFKW-haltige Treibgase in PU-Montageschaum. Bewertung der Emissionsreduktionspotenziale von Montageschäumen im Hinblick auf eine Konkretisierung der Regelungen nach §9(1) der Verordnung (EG) 842/2006. Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes, FuE-Vorhaben Förderkennzeichen 363 01 196, Dessau Januar 2009.

XPS-Dämmschaum (2.F.2)

Cefic – The European Chemical Industry Council, Industrial Policy, Brüssel (+32-2-676 7448): 2006 HFC and HCFC consumption data for production in Germany, Schreiben von Catherine Tuerlinckx (Statistician), 17.07.07; 06.06.08.

Feuerlöschmittel (2.F.3)

Kidde Brand- und Explosionsschutz GmbH, Ratingen, 02102-405-0: Übersicht der installierten und emittierten FM200-Mengen im Geschäftsbereich der KIDDE-DEUGRA Brandschutzsysteme GmbH seit April 2006 firmierend unter Kidde Brand- und Explosionsschutz GmbH, Ratingen im Juli 2007.
Übersicht der installierten und emittierten FM200-Mengen im Geschäftsbereich der KIDDE-DEUGRA Brandschutzsysteme GmbH seit April 2006 firmierend unter Kidde Brand- und Explosionsschutz GmbH, Schreiben von Roland Küsters, Technischer Leiter IFP/head of technical department, Ratingen, 29.08.08.
Amtliche Prüfstelle für Feuerlöschmittel und – gerät bei der Materialprüfungsanstalt für das Bauwesen Dresden, Außenstelle Freiberg, 03731-34850, Mitt. an das Umweltbundesamt (Cornelia Elsner), 10.04.07.
Cornelia Elsner, Umweltbundesamt, FG III 1.4 (Stoffbezogene Produktfragen), 0340-2103-0, Dessau, Mitteilung über den Einsatz von HFKW-23 in Deutschland, Mitteilung 12.07.07; 10.09.08.
Deutsche Brandschutztechnikfirmen verzichten auf Stoff mit hohem Treibhauspotenzial, Weitere Selbstverpflichtung zum Umgang mit fluorierten Treibhausgasen vorgelegt, in: Umwelt, 7-8/2006, S. 394-395.

Aerosole/MDI (2.F.4)

Dosieraerosole (MDI) (2.F.4)

Arbeitskreis Zeitgemäße Atemwegstherapie AZA (vorm. API), vertrauliche Mitt. der darin vertretenen Pharmaunternehmen (GlaxoSmithKline, AstraZeneca u.a.) an ÖR, 03.07.07; 13.05.08.
Boehringer-Ingelheim Pharma GmbH & Co. KG, Ingelheim, 06132-77-0. Thomas Weber, Mitt. an ÖR, 05.07.07.

Allgemeine Aerosole (2.F.4)

Industriegemeinschaft Aerosole e.V. im VCI, Frankfurt am Main, Matthias Ibel (Geschäftsführer) 069-2556-1508, Mitteilung, 05.07.07.
Tunap Industrie Chemie GmbH & Co Produktions KG, 09244 Lichtenau (Sachsen) Tel: 037208-82280, Bernd Hoffbauer, Mitt. an Öko-Recherche, 05.07.07; Herr Scholz, Mitt. an Öko-Recherche, 06.05.08.
IG Sprühtechnik, Wehr, 07762-8007-0 (Klaus Broecker), Mitt. an Öko-Recherche, 06.05.08.
HAGO Dr. Schirm Chemotechnik, München, 089-897702-0, Walter Eissler, 06.05.08.
Autra Den Braven Aerosol GmbH + Co KG, 97234 Reichenberg-Albertshausen, 09366-9071-0. Peter Lindner, 06.05.08.

Steuber GmbH, Großkarolinenfeld, 08067-883-0, Mitteilung 04.07.07.

Novelties (2.F.4)

Fédération Européenne des Aérosols (FEA), Brussels, www.aerosol.org, Alain D'haese, +32 2 679 6280, Mitt. an ÖR, 16.07.07; 13.02.08.
Erwin Lohmann, WECO Pyrotechnische Fabrik, Eitorf/Sieg, 02243-833-0, Mitt. an Öko-Recherche, 05.07.07.

Lösemittel (2.F.5)

Biesterfeld Chemiedistribution GmbH & Co. KG, Hamburg, 040-32208-0.
K. Burmester, Mölln (Marketing und Beschaffung), 18.07.07; 06.05.08.

Halbleiterindustrie (2.F.6)

ZVEI, Fachverband Bauelemente der Elektronik (Dr. Dietrich/Dr. Winter): Freiwillige Meldung der PFC-Emissionen der Deutschen Halbleiterindustrie für 1995-2006, an BMU und UBA, 07.05.07.
ZVEI (Dr. Dietrich/Dr. Winter): Electronic Components and Systems. PFC-Emissionsdaten der deutschen Halbleiterindustrie, Stand: 2. Juni 2008.

Leiterplattenfertigung (2.F.6)

Astrid Bösl, PVA Tepla AG, Feldkirchen, 089-90503-0, Mitteilung 18.07.07.
www.pvatepla.com
Linde AG, Werksgruppe Technische Gase, Unterschleißheim, 089-31001-0.
Ralf Hollenbach (Anwendungstechnik Elektronikgase), 18.07.07.

Betriebsmittel zur Elektrizitätsübertragung (2.F.7)

ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V., Fachverband Energietechnik, Frankfurt, 069-6302-0: SF_6-Monitoring der elektrischen Betriebsmittel zur Energieübertragung und –Verteilung im Jahr 2006 bzw. 2007, Schreiben an das Umweltbundesamt, 27.06.07;
ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V., Fachverband Energietechnik: SF_6-Daten 2007 für die Energieübertragung und –verteilung > 1 kV, VDN, VIK, ZVEI und Solvay, Frankfurt, den 31. Juli 2008.

Die Monitoring-Daten schließen außer Schaltanlagen im engeren Sinn auch die so genannten Bauteile sowie Starkstromkondensatoren mit ein.

Andere Anwendungen von SF_6 (2.F.8)

Schallschutzscheiben (2.F.8)

Air Products GmbH, Hattingen, 02324-689-0.
Kai Sander Schwarz, Mitt. an ÖR, 06.07.07.
Linde AG, Höllriegelskreuth, 089-7446-0.
Hans-Jürgen Diehl (Zentraler Vertrieb Spezialgase), Mitt. an ÖR, 03.07.07; 15.02.08.
Statistisches Bundesamt Wiesbaden, Erhebung des klimawirksamen Stoffes „Schwefelhexafluorid“ bei Indirektverkäufern „Gashändler“, Ergebnisbericht in der Reihe Umwelt, erschienen am 20.

Aug. 07. Das Statistische Bundesamt gewährte dem Umweltbundesamt außerdem vertrauliche Einsichtnahme zu einzelnen unveröffentlichten Ergebnissen.
Statistisches Bundesamt, Bonn: Erhebung bestimmter klimawirksamer Stoffe 2007 (§10 Abs. 2 UStatG 2005): Schwefelhexafluorid, Tab. 10.1 – 10.4; Schreiben an das Umweltbundesamt, 30.06.08.
Badischer Glashandel Karl Arnoldt GmbH & Co KG. 74927 Eschelbronn, 06226-427-0. Mitt. 04.04.08.

Autoreifen (2.F.8)

Air Products GmbH, Hattingen, 02324-689-0.
Kai Sander Schwarz, Mitt. an ÖR, 06.07.07.
Linde AG, Höllriegelskreuth, 089-7446-0.
Hans-Jürgen Diehl (Zentraler Vertrieb Spezialgase), Mitt. an ÖR, 03.07.07; 15.02.08.
Statistisches Bundesamt Wiesbaden, Erhebung des klimawirksamen Stoffes "Schwefelhexafluorid" bei Indirektverkäufern "Gashändler", Ergebnisbericht in der Reihe Umwelt, erschienen am 20. Aug. 07. Das Statistische Bundesamt gewährte dem Umweltbundesamt außerdem vertrauliche Einsichtnahme zu einzelnen unveröffentlichten Ergebnissen.
Statistisches Bundesamt, Bonn: Erhebung bestimmter klimawirksamer Stoffe 2007 (§10 Abs. 2 UStatG 2005): Schwefelhexafluorid, Tab. 10.1 - 10.4; Schreiben an das Umweltbundesamt, 30.06.08.

Spurengas (2.F.8)

FZ Jülich, Abteilung Sicherheit und Strahlenschutz, 02461-61-0. Hr. Möllmann, 23.07.07; 27.05.08.
Ingenieurbüro Lohmeyer, 76229 Karlruhe, 0721-62510-0, Mitt. an Öko-Recherche 29.05.08.
TracerTech GmbH, (Hr. Raatschen), 88090 Immenstaad, 07545-9411-0, Mitt. an Öko-Recherche 27.07.08.

Flugzeug-Radar (2.F.8)

Linde AG, Höllriegelskreuth, 089-7446-0.
Hans-Jürgen Diehl (Zentraler Vertrieb Spezialgase), Mitt. an ÖR, 03.07.07; 15.02.08.
Statistisches Bundesamt Wiesbaden, Erhebung des klimawirksamen Stoffes „Schwefelhexafluorid“ bei Indirektverkäufern „Gashändler“, Ergebnisbericht in der Reihe Umwelt, erschienen am 20. Aug. 07. Das Statistische Bundesamt gewährte dem Umweltbundesamt außerdem vertrauliche Einsichtnahme zu einzelnen unveröffentlichten Ergebnissen.
Statistisches Bundesamt, Bonn: Erhebung bestimmter klimawirksamer Stoffe 2007 (§10 Abs. 2 UStatG 2005): Schwefelhexafluorid, Tab. 10.1 – 10.4; Schreiben an das Umweltbundesamt, 30.06.08.

Teilchenbeschleuniger (2.F.8)

Öko-Recherche-Vollerhebung zu Teilchenbeschleunigern Anfang 2004, in: Winfried Schwarz: Emissionen, Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren von fluorierten Treibhausgasen (F-Gasen) in Deutschland für die Jahre 1995-2002. Anpassung an die Anforderungen der internationalen Berichterstattung und Implementierung der Daten in das zentrale System Emissionen (ZSE), im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin, Juni 2005, UBA-Texte 14/05, S. 254-261. http://www.umweltbundesamt.org/fpdf-l/2902.pdf
Statistisches Bundesamt Wiesbaden, Erhebung des klimawirksamen Stoffes „Schwefelhexafluorid“ bei Indirektverkäufern „Gashändler“, Ergebnisbericht in der Reihe Umwelt, erschienen am 20. Aug. 07. Das Statistische Bundesamt gewährte dem Umweltbundesamt außerdem vertrauliche Einsichtnahme zu einzelnen unveröffentlichten Ergebnissen.
Statistisches Bundesamt, Bonn: Erhebung bestimmter klimawirksamer Stoffe 2007 (§10 Abs. 2 UStatG 2005): Schwefelhexafluorid, Tab. 10.1 – 10.4; Schreiben an das Umweltbundesamt, 30.06.08.

Sportschuhsohlen, Glasfasern, Schweißtechnik, Solartechnik (2.F.8)

Linde AG, Höllriegelskreuth, 089-7446-0.
Hans-Jürgen Diehl (Zentraler Vertrieb Spezialgase), Mitt. an ÖR, 03.07.07; 15.02.08.
Linde AG, Werksgruppe Technische Gase, Unterschleißheim, 089-31001-0.
Ralf Hollenbach (Anwendungstechnik Elektronikgase), 18.07.07.
Benteler AG, Lichtenau, 05647-7-0 (Hr. Dieper), Mitteilung 17.07.07.
Statistisches Bundesamt, Bonn: Erhebung bestimmter klimawirksamer Stoffe 2007 (§10 Abs. 2 UStatG 2005): Schwefelhexafluorid, Tab. 10.1 – 10.4; Schreiben an das Umweltbundesamt, 30.06.08.

Metallproduktion (2.C)

Magnesium-Guss (2.C)

Schweizer & Weichand GmbH, Murrhardt, 07192-212-0.
Maria Drechsler, 19.07.07; Klaus Horny, 01.04.08.
Honsel GmbH & Co. KG, Druckgusswerk Nürnberg, Nopitschstraße 71, 90441 Nürnberg, 0911 4150-0. Dr. Klaus Geissler (Sicherheitsbeauftragter), 03.07.07; 05.02.08.
Dietz-Metall GmbH & Co. KG, Unterensingen, 07022-6098-0.
Ingeborg Plankenhorn (Einkauf), 17.07.07; 02.04.08.
AMZ-Weißenseer Präzisionsguss GmbH, Berlin, 030-98606741. Sylvia Heinemann, 03.07.07; Hr. Volles, 01.04.08.
Metallgießerei Wilhelm Funke, Alfeld (Leine), 05181-8459-0. Jürgen Dreyer (GF), 03.07.07; 18.12.2007.
Metallwerke Kloß Maulbronn GmbH, Maulbronn, 07043-13-0.
Winfried Reiling (UWS), 18.07.07; 13.02.08.
Pierburg GmbH, 41334 Nettetal, 02153-124-1.
Arno Lauterbach, 19.07.07; 31.01.08.
Takata-Petri AG, Aschaffenburg, 06021-65-0.
André Sander (Environmental Protection Officer), 17.07.07; 31.01.08.
Volkswagen AG, Werk Kassel, Baunatal, 0561-490-0.
Helmar Pflock (HKW/32), 08.05.07; 20.02.08.
TRW Automotive GmbH, Aschaffenburg, 06021-314-0.
Enrico Renkhoff (Health, Safety & Environmental Coordinator (HSEC), 02.07.07; Reinhold Köhler (HS&E), 30.01.08.
Dynacast Deutschland GmbH, Bräunlingen, 0771-9208-0.
Sigmund Holzer (Einkauf), 05.07.07; 01.02.08.
Druckguss Heidenau GmbH, Dohna, 03529-588-0. Bert Niehoff (Einkauf), 13.07.07; Ulrich Kimmel Sicherheitsfachkraft/Umweltmanagementbeauftragter), 20.02.08.
HDO-Druckguss- und Oberflächentechnik GmbH, Paderborn, 05251-704-0.
Ferdinand Brakhane (Arbeits- und Umweltschutzmanagement), 17.07.07; 25.03.08.
Laukötter Gusstechnik GmbH, 59329 Wadersloh, 02523-9217-0, Michael Laukötter, 03.07.07; 05.12.07.
Laukötter-Dessau GmbH, 06846 Dessau, 0340-6505-0. Gerd Lubaczowski, 21.09.07.
Druck- und Spritzgusswerk Hettich GmbH & Co. KG, Siegener Str. 37, 35066 Frankenberg, 06451-741-0. Helmut Cronau (Umweltkoordinator), 13.07.07; 31.01.08.
Statistisches Bundesamt Wiesbaden, Erhebung des klimawirksamen Stoffes „Schwefelhexafluorid“ bei Indirektverkäufern „Gashändler“, Ergebnisbericht in der Reihe Umwelt, erschienen am 20. Aug. 07. Das Statistische Bundesamt gewährte dem Umweltbundesamt außerdem vertrauliche Einsichtnahme zu einzelnen unveröffentlichten Ergebnissen.
Eifelwerk H. Stein GmbH & Co. KG, 54655 Malbergweich, 02681-9812-0, Hr. Hachmann, 040.08.08.

Metallguß Steinrücken GmbH & Co.KG, 59939 Olsberg-Bruchhausen, 02962-908782, Michael Steinrücken, 04.08.08.

Statistisches Bundesamt, Bonn: Erhebung bestimmter klimawirksamer Stoffe 2007 (§10 Abs. 2 UStatG 2005): Schwefelhexafluorid, Tab. 10.1 – 10.4; Schreiben an das Umweltbundesamt, 30.06.08.

Öko-Recherche: Fachgespräche zur Verordnung (EG) Nr. 842/2006 über bestimmte fluorierte Treibhausgase zu den Themen Qualifikation und Zertifizierung von Unternehmen und Personal (Kälte- Klimabranche) und Verwendung von Schwefelhexafluorid in der NE-Metallindustrie, Bericht für das Umweltbundesamt, FKZ 363 01 172, Januar 2008.

Aluminiumguss (2.C)

Linde AG, Höllriegelskreuth, 089-7446-0.
Hans-Jürgen Diehl (Zentraler Vertrieb Spezialgase), Mitt. an ÖR, 03.07.07; 15.02.08.

Aluminium Rheinfelden GmbH (Willi Glück, Umweltbeauftragter), Rheinfelden, 07623-93-0, Mitteilung 17.07.07.

Statistisches Bundesamt Wiesbaden, Erhebung des klimawirksamen Stoffes „Schwefelhexafluorid“ bei Indirektverkäufern „Gashändler“, Ergebnisbericht in der Reihe Umwelt, erschienen am 20. Aug. 07. Das Statistische Bundesamt gewährte dem Umweltbundesamt vertrauliche Einsichtnahme zu einzelnen unveröffentlichten Ergebnissen.

Statistisches Bundesamt, Bonn: Erhebung bestimmter klimawirksamer Stoffe 2007 (§10 Abs. 2 UStatG 2005): Schwefelhexafluorid, Tab. 10.1 – 10.4; Schreiben an das Umweltbundesamt, 30.06.08.

Aluminiumproduktion (2.C)

Reiner Remus/Cornelia Elsner, Umweltbundesamt, Mitt. an Öko-Recherche, 22.10.07.
Cornelia Elsner, Umweltbundesamt, Mitt. an Öko-Recherche, 03.09.08.

Produktion fluorierter Verbindungen (2.E)

Produktion von HFKW 134a, 227ea, SF_6 (2.E.2)
Nebenproduktemissionen von HFKW-23 (2.E.1)

Solvay Fluor und Derivate GmbH, Hannover, 0511-857-0.
Ewald Preisegger (Environmental and Public Affairs Fluoroproducts), Mitteilung "Produktion in Deutschland und produktionsbedingte Emissionen für HFKW und SF_6 (in t)", 13.07.07; 17.06.08.

III. Korrekturen gegenüber dem Emissionsbericht 2004/2005

Diese Studie enthält gegenüber dem letzten Emissionsbericht (2004/2005) auch einige rückwirkende Datenänderungen für die Jahre vor 2006. Es ist zu betonen, dass ein erheblicher Teil der Emissionen fluorierter Treibhausgase auf Schätzungen beruht, die immer wieder überprüft werden müssen. Korrekturen älterer Daten wurden aus vier Gründen notwendig: Erstens, weil wir neue Produktentwicklungen bisher nicht rechtzeitig wahrgenommen hatten. Zweitens, weil neue empirische Studien sowie die ersten Erhebungen des Statistischen Bundesamts (nach nov. UstatG) Daten lieferten, die präziser und verlässlicher als die alten Schätzwerte sind. Drittens, weil wir neue Berechnungsmethoden einführten, und viertens, weil wir Eingabefehler entdeckt haben.

Nachfolgend zeigen wir die Datenänderungen auf und geben dafür Erklärungen.

1. Gewerbekälte (Commercial Refrigeration)

Die Werte der ganzen Zeitreihe des PFC-116 wurden jetzt reduziert, weil der Anteil dieses Kältemittels im Gemisch R-508A/B von Anfang an doppelt gezählt worden war.

Die Gesamtsumme der Emissionen der Gewerbekälte war aufgrund eines Eingabefehlers in der Tabellenkalkulation etwas zu niedrig berechnet worden. Das betrifft nur die metrischen Einheiten, nicht ihren Ausdruck in CO_2-Äquivalenten.

2. Stationäre Klimaanlagen (Stationary Air Conditioning)

Die Emissionen aus Raumklimageräten wurden für 2005 geringfügig nach oben korrigiert.

Unsere bisherige Dreiteilung der Raumklimageräte in Mobil, Split und Multisplit mit jeweils spezifischen durchschnittlichen Füllmengen wird dem schnell wachsenden Markt der VRF-Systeme nicht mehr gerecht. Diese waren bisher den Multisplit-Geräten (3 Innengeräte) zugerechnet worden, was nicht falsch ist. Aber VRF-Geräte haben mehr Innengeräte (durchschnittlich sieben) und weisen darum deutlich höhere Kälteleistungen und Füllmengen auf als gängige Multisplit-Systeme. Für letztere nehmen wir weiterhin durchschnittlich 15 kW bzw. 5 kg an. Bei VRF-Geräten sind 30 kW Kälteleistung und 15 kg Kältemittelfüllung realistisch. Wir haben rückwirkend ab 2005 die VRF-Geräte gesondert berücksichtigt. Da bei der Installation von VRF-Geräten wesentlich mehr Kältemittel aufgefüllt werden muss (20-40 g pro Meter Leitung; 10 m Leitung pro Innengerät), steigen rückwirkend auch die inländischen Befüllemissionen an.

3. Mobile Klimaanlagen (Mobile Air Conditioning)

Die Emissionen aus Pkw-Klimaanlagen seit 1998 wurden geringfügig herabgesetzt. Ein Eingabefehler für 1997 hatte sich auf alle nachfolgenden Jahre ausgewirkt.

Klimaanlagen von Schiffen und Schienenfahrzeugen:

Aufgrund unserer Studie für die EU-Kommission (siehe Quellennachweise) waren wir gezwungen, die Emissionsfaktoren für Schiffe deutlich nach oben (~ 30%) und für Schienenfahrzeuge deutlich nach unten zu korrigieren (5% bei elektrisch betriebenen und 10% bei Diesel-betriebenen Fahrzeuge). Wir führten diese Maßnahme rückwirkend bis 1995 (bei Schiffen 1997) durch. Die Anhebungen der Emissionen (Schiffe) gleichen sich mit den Absenkungen (Schiene)nicht ganz aus, so dass die Gesamtemissionen mobiler Systeme für 1995 per Saldo um 4,5 t und für 2004 um 7 t CO_2-Äquivalente verringert wurden.

4. Kühlfahrzeuge (Refrigerated Vehicles)

Kühlfahrzeuge werden von uns in vier Gewichtsklassen (Gesamtgewicht) mit unterschiedlich großen Kälteaggregaten eingeteilt. In der untersten Klasse, den Fahrzeugen vom "Van"-Typ < 5 t GG mit durchschnittlich 2 kg Kältemittelfüllung, haben wir die Emissionsrate angehoben. Die Leckagen sind in dieser leichten Klasse deutlich höher als in den anderen Klassen, wie aus einer jüngst vorgelegten Studie für die EU-Kommission hervorgeht (siehe Nachweise: RPA). Die von uns erneut befragten Experten in Deutschland (siehe Nachweise: Großkopf und Borgert) bestätigten den Sachverhalt, so dass wir die Leckrate von 15% in der leichten Klasse durch 30% ersetzten.

Im letzen Emissionsbericht war versehentlich die Zeile der Entsorgungsemissionen von R-410A leer geblieben (2003-2005). Dadurch waren jährlich etwa 800 kg nicht berücksichtigt worden.

Zusatz: Im Zuge dieser Korrekturen haben wir auch dem schnellen Anstieg des Kältemittels R-404A in dieser Gewichtsklasse Rechnung getragen. Früher war dort ausschließlich R-134a verwendet worden. Wir nehmen seit 2006 die Relation 50/50 für 134a/404A an.

5. Montageschaum (OCF)

Die bisherigen Emissionswerte für 2002 bis 2006 überschätzten die Reduktion von HFKW in den in Deutschland abgesetzten Dosen, weil die befragten Branchenexperten den bevorstehenden Ausstieg aus dem HFKW-134a (F-GaseV) zu optimistisch beurteilt hatten. Die gewachsene Vielfalt der Produktspezifikationen seit 2002 und das bei jedem Hersteller unterschiedliche Tempo der HFKW-Substitution machen es einzelnen Branchenexperten kaum mehr möglich, den Gesamtmarkt adäquat zu beurteilen. Im Zuge eines von uns erstellten Gutachtens für das Umweltbundesamt (HFKW-haltige Treibgase in PU-Montageschaum. Bewertung der Emissionsreduktionspotenziale von Montageschäumen im Hinblick auf eine Konkretisierung der Regelungen nach §9(1) der Verordnung (EG) 842/2006, Februar 2009) haben wir ein neues Verfahren entwickelt, dessen Ergebnisse erstmals in diesem Bericht zum Tragen kommen.

Das neue Verfahren nutzt die Analysen des bei der PDR (Polyurethan-Dosen-Recycling) zurück gewonnenen Treibgasgemischs. Die PDR extrahiert laufend aus den gebrauchten Dosen das restliche Treibmittel und analysiert es in seiner Zusammensetzung. Aufgrund der PDR-Daten über den HFKW-Anteil und die Relation 134a/152a im Treibmittelgemisch der Jahre 2002 bis 2007 ist festzustellen, dass der HFKW-Gehalt 2007 erst auf 30% des Niveaus des Jahres 2002 gesunken war, wobei 2007 als Jahr des "Abverkaufs" und der Lagerräumung bewertet wird. Gemäß unserer bisherigen Auffassung lagen die Emissionen des Jahres 2005 dagegen bereits bei 10% (und im Jahr 2006 bei lediglich 4%) des Basisjahres 2002.

Rückwirkend mussten wir für 2004 und 2005 die Emissionen deutlich nach oben korrigieren, so dass die insgesamt geschätzten HFKW-Emissionen dadurch wie folgt zunahmen: 2004 um 0,362 und 2005 um 0,427 Mio. t CO_2-Äquivalente. Darin sind auch Modifikationen der inländischen Befüllemissionen enthalten (Neuer Emissionsfaktor = 0,5 Gramm pro Dose).

6. Magnesium-Schutzgas (Magnesium Cover Gas)

Aufgrund des Fachgesprächs des Umweltbundesamts mit Branchenvertretern zur Verwendung von Schwefelhexafluorid in der NE-Metallindustrie im Dezember 2007 (siehe Quellennachweise) mussten die Emissionswerte von SF_6 für die Jahre 1998 bis 2000 um jährlich 2 kt CO_2-Äquivalente und für 2005 um 8 kt CO_2-Äquivalente angehoben werden.

7. Schallschutzscheiben (Soundproof Glazing)

Ab 2002 sind die Bestandsemissionen zu hoch berechnet worden, weil die ab 2002 einsetzende Bestandsminderung durch die Entsorgung alter Scheiben in der Tabellenkalkulation nicht

berücksichtigt worden war. Aufgrund der erfolgten Korrektur sinken die Gesamtemissionen für 2002-2005 um bis zu 1 Prozent ihres alten Werts.

8. Sonstige Anwendungen von SF_6 (Radar, Sportschuhe, Glasfasern, Schweißen, Photovoltaik)

Zwar setzte der stürmische Aufschwung des SF_6-Verbrauchs für die Solartechnik erst 2007 ein, allerdings hatten wir auch in den Jahren 2002 bis 2005 den Sektor zu niedrig geschätzt. Wir haben nachträglich die jährlichen Emissionen um 400 kg bzw. 9,5 t CO_2-Äquivalente angehoben.

Zusammenfassung

Die nachträglichen Datenänderungen führten zu neuen Emissionswerten ab 2001.

Gesamte F-Gas-Emissionen 2001-2005 in kt CO_2-Äquivalente					
	2001	2002	2003	2004	2005
Alte Werte	13.509	13.601	13.675	14.281	15.186
Neue Werte	13.485	13.787	13.827	14.748	15.646

Signifikante Änderungen treten vor allem 2004 und 2005 auf. Der Anstieg in 2004 um 467 kt ist zu 78% (362 kt), der Anstieg in 2005 um 460 kt ist zu 93% (427 kt) auf die Neuberechnung der Montageschaum-Emissionen zurückzuführen.

Nachbemerkung zum ZSE

Das Zentrale System Emissionen beim Umweltbundesamt hat im Sommer 2008 die genannten rückwirkenden Datenänderungen übernommen. Das gilt allerdings nicht für die quantitativ wichtigste Änderung, nämlich bei Montageschaum. Die betreffende neue Studie wurde erst Ende 2008 abgeschlossen.

IV. Emissionstabellen für 2006 und 2007

im Vergleich mit 1995 und 1998-2005

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1														
2			**Table Individual F-Gas Emissions**											
3														
4	**HFC**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
5	**Stationary Refrig./AC**													
6	**Industrial Refrigeration**													
7	**Operating Emiss. [t]**													
8	HFC-134a		4		34	47	57	68	78	88	97	105	109,6	109,5
9	R-404A		3		38	59	80	102	123	144	165	184	199,6	210,0
10	R-407C		1		4	5	8	10	12	14	16	17	18,6	19,8
11	HFC-23		0,7		2,1	2,7	3,4	4,0	5	5	6	6	6,3	6,4
12	HFC-227		0,1		1,3	1,8	2,3	2,8	3,4	3,9	4,3	4,7	4,9	4,9
13	PFC-116				0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6
14	**Disposal Emiss. [t]**													
15	HFC-134a									2,40	7,50	15,00	34,50	54,60
16	R-404A									1,50	3,00	18,00	36,00	58,91
17	R-407C									0,90	1,50	3,00	3,00	4,50
18	HFC-23									0,90	1,20	1,50	1,80	2,10
19	HFC-227									0,08	0,08	0,98	1,58	1,88
20	PFC-116												0,15	0,18
21	**Manuf. Emiss. [t]**													
22	HFC-134a		0,1		0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,22	0,22
23	R-404A		0,1		0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,46	0,46
24	R-407C		0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,05	0,05	0,05
25	HFC-23		0,0		0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,014	0,009
26	HFC-227		0,0		0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,011	0,003
27	PFC-116		0,0		0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,002	0,001
28	Subtotal Emiss. w/o PFC		9		80	117	152	187	222	262	302	357	417	473
29	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*26*		*203*	*300*	*396*	*492*	*588*	*702*	*807*	*953*	*1.104*	*1.248*
30	**Commercial Refriger.**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
31	**Operating Emiss. [t]**													
32	HFC-134a		19		153	200	233	258	283	303	310	300	279	260
33	R-404A		18		167	234	298	361	424	486	543	588	614	626
34	R-407C		0		1	2	4	7	11	15	20	25	30	35
35	HFC-23		0,1		0,4	0,9	1,6	2,3	3,0	3,7	4,4	5,0	5,7	6,2
36	PFC-116		0		0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,7
37	PFC-218		1,2		7,2	9,2	10,1	10,8	11,4	11,6	11,3	10,5	9,0	7,0
38	HFC-152a		0,5		10,7	13,7	15,0	15,4	15,4	14,9	13,4	9,5	4,7	1,7
39	HFC-125		15		52	59	62	62,7	62,9	62,5	58,0	47,6	35,0	22,4
40	**Disposal Emiss. [t]**													
41	HFC-134a									36	92	145	167	139
42	R-404A									7,0	30	86	148	181
43	R-407C									0,0	0	0	0	0,9
44	HFC-23									0,3	0	0,3	0,6	0,6
45	PFC-116									0	0	0	0,2	0,3
46	PFC-218									0,5	1	4	6,2	7,1
47	HFC-152a									3,3	7	20	13	6,5
48	HFC-125									3,0	27	42	42	42,0
49	**Manuf. Emiss. [t]**													
50	HFC-134a		0,4		1,0	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,60
51	R-404A		0,5		1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,34
52	R-407C				0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,10
53	HFC-23		0,0		0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
54	PFC-116				0,004	0,0038	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,001
55	PFC-218		0,0		0,04	0,02	0,01	0,01	0,01					
56	HFC-152a		0,0		0,05	0,03	0,01							
57	HFC-125		0,2		0,1	0,1	0,01	0,00	0,00					
58	Subotal Emiss. w/o PFCs		54		386	512	615	708	801	937	1.107	1.270	1.342	1.324
59	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*130*		*902*	*1.209*	*1.480*	*1.732*	*1.985*	*2.309*	*2.722*	*3.137*	*3.408*	*3.471*
60	**Stat.Klima und RAC**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
61	**Operating Emiss. [t]**													
62	HFC-134a		8,7		46,50	56,75	64,07	71,12	77,60	84,12	90,67	96,36	100,98	104,68
63	R-407C		0,00		2,05	8,45	19,92	19,86	49,83	65,21	80,37	95,4	109,18	120,80
64	R-410A						0,09	0,64	1,61	3,02	5,64	9,90	17,52	29,52
65	**Disposal Emiss. [t]**													
66	HFC-134a											3,75	11,25	18,4
67	R-407C													
68	R-410A													
69	**Manuf. Emiss. [t]**													
70	HFC-134a		0,02		0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,02	0,01	0,01	0,001
71	R-407C		0,00		0,05	0,12	0,22	0,19	0,19	0,11	0,17	0,22	0,17	0,123
72	R-410A						0,006	0,028	0,03	0,06	0,10	0,18	0,29	0,457
73	Subtotal Emiss. w/o PFCs		9		49	65	84	92	129	153	177	206	239	274,0
74	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*11*		*64*	*87*	*114*	*124*	*180*	*214*	*251*	*293*	*343*	*396*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
75	**Heat Pumps**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
76	**Operating Emiss. [t]**													
77	134a		0,0		0,22	0,29	0,38	0,47	0,56	0,64	0,72	0,81	0,95	1,123
78	404A		0,01		0,10	0,14	0,19	0,25	0,33	0,43	0,55	0,7	1,12	1,739
79	407C		0,02		0,18	0,29	0,44	0,66	0,94	1,24	1,60	2,00	2,98	4,524
80	410A				0,01	0,05	0,08	0,12	0,18	0,23	0,30	0,47	0,78	1,11
81	**Disposal Emiss. [t]**													
82	134a													
83	404A													
84	407C													
85	410A													
86	**Manuf. Emiss. [t]**													
87	134a		0,006		0,009	0,009	0,010	0,01	0,01	0,01	0,009	0,01	0,02	0,017
88	404A		0,001		0,001	0,001	0,002	0,00	0,00	0,00	0,004	0,01	0,02	0,018
89	407C		0,001		0,004	0,005	0,007	0,011	0,01	0,01	0,014	0,02	0,06	0,055
90	410A				0,001	0,001	0,002	0,0022	0,002	0,00	0,003	0,01	0,01	0,0134
91	Subtotal Emiss. w/o PFCs		0,06		1	1	1	2	2	3	3	4	5,9	8,60
92	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*0,11*		*1*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*11*	*16,14*
93	**Househ. Refr. HFC-134a t**		1,2		1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,332	1,344	1,356
94	*Househ. Ref. kt CO2 eq*		*1,6*		*1,6*	*1,6*	*1,7*	*1,7*	*1,7*	*1,7*	*1,7*	*1,7*	*1,7*	*1,8*
95														
96	**Subt. HFC Stationary**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
97	Emiss. w/o PFCs [t]		73		516	696	854	990	1155	1355	1590	1838	2005	2081
98	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*169*		*1171*	*1599*	*1994*	*2353*	*2758*	*3231*	*3787*	*4393*	*4868*	*5133*
99														
100	**Mobile AC/Refriger.**													
101	**Passenger Car AC**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
102	**Operating Emiss. [t]**													
103	HFC-134a		129,5		552,8	762,1	975,0	1181,3	1381,3	1572,4	1760,1	1939,3	2104,8	2241,0
104	HFC-152a													
105	**Disposal Emiss. [t]**													
106	HFC-134a								9,9	28,9	46,3	111,8	176,8	227,4
107	HFC-152a													
108	**Manuf. Emiss. [t]**													
109	HFC-134a		3		8	9	9	10	10	10	10	11	10,7	11,4
110	HFC-152a													
111	Subtotal Emiss. [t]		133		561	771	984	1.191	1.401	1.611	1817	2062	2292,3	2480
112	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*172*		*729*	*1.003*	*1.280*	*1.549*	*1.821*	*2.095*	*2.362*	*2.680*	*2.980*	*3.224*
113	**Truck Air Conditioners**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
114	**Operating Emiss. [t]**													
115	HFC-134a		4		19,0	28,0	38,3	48,9	59,2	69,6	80,8	92,4	105,10	119,32
116	**Disposal Emiss. [t]**													
117	HFC-134a									1,4	4,0	7,4	8,6	12,0
118	**Manuf. Emiss. [t]**													
119	HFC-134a		0,08		0,19	0,21	0,24	0,27	0,27	0,30	0,38	0,41	0,46	0,54
120	Subtotal Emiss. [t]		4		19	28	39	49	59	71	85	100	114	132
121	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*5*		*25*	*37*	*50*	*64*	*77*	*93*	*111*	*130*	*148*	*171*
122	**Bus Air Conditioners**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
123	**Operating Emiss. [t]**													
124	HFC-134a		12		32	39	46	53	60	66	72	75,5	77,8	80,3
125	**Disposal Emiss. [t]**													
126	HFC-134a									3,3	3,3	10	9,7	9,4
127	**Manuf. Emiss. [t]**													
128	HFC-134a		0,02		0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04
129	Subtotal Emiss. [t]		12		32	39	46	53	60	70	75	85	87	90
130	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*16*		*42*	*50*	*60*	*69*	*78*	*91*	*98*	*111*	*114*	*117*
131	**Agricult. Machines AC**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
132	**Operating Emiss. [t]**													
133	HFC-134a		3		12	16	20	24	29	34	38	42	45,9	49,5
134	**Disposal Emiss. [t]**													
135	HFC-134a										3	4	4,8	5,46
136	**Manuf. Emiss. [t]**													
137	HFC-134a		0,1		0,1	0,1	0,1	0,2	0,205	0,23	0,28	0,31	0,30	0,31
138	Subtotal Emiss. [t]		3		13	16	20	25	29	34	42	46	51	55
139	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*4*		*16*	*21*	*26*	*32*	*38*	*45*	*55*	*60*	*66*	*72*
140	**Rail Vehicle AC**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
141	**Operating Emiss. [t]**													
142	HFC-134a		1,95		4,46	5,51	6,38	7,35	8,83	9,97	10,80	11,70	12,63	13,23
143	**Disposal Emiss. [t]**													
144	HFC-134a													
145	**Manuf. Emiss. [t]**													
146	HFC-134a		0,02		0,04	0,03	0,04	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01
147	Subtotal Emiss. [t]		2,0		4	6	6	7	9	10	11	12	13	13
148	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*2,6*		*6*	*7*	*8*	*10*	*12*	*13*	*14*	*15*	*16*	*17*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
149	**Ship Air Conditioning**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
150	**Operating Emiss. [t]**													
151	HFC-134a		0		1,60	2,5	4,1	5,8	7,6	9,4	11,5	13,8	16,1	18,4
152	**Disposal Emiss. [t]**													
153	HFC-134a													
154	**Manuf. Emiss. [t]**													
155	HFC-134a		0		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,14	0,16
156	Subtotal Emiss. [t]		0		1,7	2,6	4,2	5,9	7,7	9,5	11,6	13,9	16,2	18,6
157	*Kilotonnes CO2 equiv.*		0		2,2	3,4	5,5	7,6	10,0	12,4	15,0	18,0	21,1	24,2
158	**Refrigerated Vehicles**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
159	**Operating Emiss. [t]**													
160	HFC-134a		3		8,7	11,4	14,3	16,8	19,2	20,7	21,6	22,7	23,2	23,2
161	404A		7		17,1	21,4	25,3	29,0	32,8	35,5	37,1	38,9	41,7	45,0
162	410A		0,2		1,7	2,3	2,9	3,4	4,0	4,6	5,2	5,7	6,0	6,4
163	134a retrofit				1,6	2,2	2,5	2,5	2,5	2,2	1,6	0,9	0,3	
164	152a v. 401B				0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0	
165	218 v. 413A				0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	
166	**Disposal Emiss. [t]**													
167	HFC-134a									2,0	1,5	1,78	2,11	2,54
168	404A									5,6	5,3	5,55	6,31	7,06
169	410A									0,8	0,7	0,89	1,06	1,44
170	134a retrofit									0,75	0,75	0,75	0,75	
171	152a v. 401B									0,1	0,1	0,08	0,08	
172	218 v. 413A									0,1	0,1	0,07	0,07	
173	**Manuf. Emiss. [t]**													
174	HFC-134a		0,01		0,02	0,0248	0,02	0,02	0,02	0,018	0,02	0,02	0,014	0,014
175	404A		0,01		0,01	0,0107	0,01	0,01	0,01	0,010	0,01	0,01	0,021	0,021
176	410A		0,00		0,00	0,0027	0,00	0,00	0,00	0,003	0,00	0,00	0,004	0,004
177	134a retrofit				0,00	0,0040								
178	152a v. 401B				0,00	0,0004								
179	218 v. 413A				0,00	0,0004								
180	Subotal Emiss. w/o PFC		10,2		29,2	37,5	45,2	52,0	58,7	72,4	74,0	77,5	81,6	85,7
181	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*26,8*		*72,1*	*91,4*	*109,2*	*125,6*	*142,1*	*176,6*	*181,4*	*190,5*	*203,1*	*216,8*
182	**Reefer Container**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
183	**Operating Emiss. [t]**													
184	HFC-134a		3		11,21	13,9	16,6	19,2	22,1	25,4	29,0	33,1	37,47	44,02
185	404A				0,3	0,6	0,9	1,3	1,7	2,3	2,9	3,6	4,29	5,10
186	**Disposal Emiss. [t]**													
187	HFC-134a													1,77
188	404A													
189	Subtotal Emiss. [t]		3,2		11,5	14,5	17,5	20,5	23,8	27,6	31,9	36,6	41,8	50,9
190	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*4*		*16*	*20*	*24*	*29*	*34*	*40*	*47*	*55*	*63*	*76*
191	**Subt. HFCs mobile**													
192	Emiss. w/o PFC [t]		167		672	915	1.163	1.404	1.649	1.906	2.147	2.433	2.697	2.925,0
193	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*231*		*908*	*1.233*	*1.564*	*1.886*	*2.213*	*2.565*	*2.882*	*3.260*	*3.612*	*3.918*
194	**Other HFC ODS**													
195	**1-/2-Component Foam**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
196	First Year Emiss. [t]													
197	HFC-134a		1080		1092	780	719	660	590	532	468	389	309,4	451,1
198	HFC-152a		720		728	780	719	660	151	129	105	77	46,9	22,7
199	Filling-Emiss. [t]													
200	HFC-134a		22,5		24	31,5	37,5	42	37,2	17,4	4,8	3,4	2,1	1,93
201	HFC-152a								9,30	21,6	7,2	0		
202	Subtotal Emiss. [t]		1823		1844	1592	1475	1362	787	700	585	469	358	476
203	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*1.534*		*1.553*	*1.164*	*1.084*	*1.005*	*838*	*735*	*631*	*520*	*412*	*592*
204	**PU Hard+Integr. Foam**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
205	First Year Emiss. [t]								897	894	269	93		
206	HFC-134a				92	92	92	92	92	97	60	75	80	70
207	HFC-365mfc/245fa								20	21	165	85	68	97
208	HFC-227ea								2	2	5	0	0	0
209	Operating Emiss. [t]													
210	HFC-134a				0,49	1,48	2,47	3,46	4,45	5,43	5,93	5,93	5,93	5,93
211	HFC-365mfc/245fa								0,28	0,89	5,36	11,19	13,98	16,12
212	HFC-227ea								0,02	0,07	0,21	0,33	0,33	0,33
213	Subtotal Emiss. [t]		0		92	93	94	95	118	126	241	177	169	190
214	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*0*		*120*	*121*	*123*	*124*	*148*	*158*	*252*	*192*	*186*	*201*
215	**XPS Insulating Foam**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
216	First Year Emiss. [t]													
217	HFC-134a							495	540	390	377	344	381	405
218	HFC-152a							1150	1428	1313	1137	683	624	476
219	Operating Emiss. [t]													
220	HFC-134a							1,0	3,1	5,6	7,0	8,6	10,09	11,62
221	HFC-152a													
222	Subtotal Emiss. [t]		0		0	0	0	1646	1971	1709	1521	1036	1015	893
223	*Kilotonnes CO2 equiv.*							*806*	*906*	*698*	*658*	*554*	*596*	*608*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
224	**Asthma MDIs**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
225	Operating Emiss. [t]													
226	HFC-134a		0		27	36	47	106	160	171	160	173	179	182
227	HFC-227		0		0	8	37	36	40	32	28	26	24,3	24,0
228	Filling-Emiss. [t]													
229	HFC-134a							2	2	2	3	3	2,86	2,70
230	HFC-227													
231	Subtotal Emiss. [t]		0		27	44	84	143	201	205	191	202	206	208
232	*Kilotonnes CO2 equiv.*				*35*	*70*	*168*	*243*	*326*	*318*	*294*	*305*	*307*	*309*
233	**Oth Aerosols/Solvents**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
234	Operating Emiss. [t]													
235	HFC-134a (+43-10mee)		242		249	252	255	257	257	256	237	236,8	216,4	173,1
236	HFC-152a		10		10	10	11	15	15	15	14	13	10,6	5,3
237	Filling-Emiss. [t]													
238	HFC-134a		2,4		2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,1	1,95
239	HFC-152a		0,15		0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,12	0,06
240	Subtotal Emiss. [t]		254		262	264	269	274	274	274	254	252	229	180
241	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*318*		*329*	*331*	*336*	*339*	*339*	*339*	*314*	*313*	*286*	*228*
242	**Fire Extinguishers**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
243	Operating Emiss. [t]													
244	HFC-227				0,01	0,17	0,51	0,78	1,00	1,04	3,10	1,82	1,58	1,07
245	HFC-236fa							0,00227	0,01453	0,03098	0,09	0,19	0,339	0,453
246	HFC-23											0,002	0,005	0,009
247	Filling-Emiss. [t]													
248	HFC-227				0,002	0,004	0,080	0,067	0,033	0,020	0,017	0,010	0,008	0,009
249	HFC-236fa							0,261	0,549	0,385	0,386	0,128	0,194	0,182
250	HFC-23											0,0001	0,00007	0,00007
251	Disposal Emiss. [t]													
252	HFC-227													
253	HFC-236fa													
254	HFC-23													
255	Subtotal Emiss. [t]				0,01	0,18	0,6	1,11	1,6	1,5	3,6	2,1	2,1	1,7
256	*Kilotonnes CO2 equiv.*				*0,04*	*0,5*	*1,7*	*4,1*	*6,5*	*5,7*	*12,0*	*7,3*	*8,0*	*7,2*
257														
258	**Subtot. HFC ODS Other**													
259	Emiss. [t]		2.077		2.225	1.993	1.922	3.521	3.353	3.015	2.797	2.139	1.980	1.948
260	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*1.853*		*2.036*	*1.688*	*1.712*	*2.520*	*2.563*	*2.254*	*2.161*	*1.891*	*1.794*	*1.946*
261														
262	**Total HFC ODS**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
263	Total HFC Emiss [t]													
264	Subtotal I stat [t]		73		516	696	854	990	1.155	1.355	1590	1838	2005	2081
265	Subtotal II mobil [t]		167		672	915	1.163	1.404	1.649	1.906	2147	2433	2697	2925
266	Subtotal III other [t]		2.077		2.225	1.993	1.922	3.521	3.353	3.015	2.797	2.139	1.980	1.948
267	Subtotal HFC ODS Ems. [t]		2.317		3.413	3.604	3.939	5.915	6.158	6.277	6.535	6.410	6.682	6.954
268														
269	Total HFC ODS Ems.													
270	Subtotal Stat		169		1.171	1.599	1.994	2.353	2.758	3.231	3.787	4.393	4.868	5.133
271	Subtotal Mobile		231		908	1.233	1.564	1.886	2.213	2.565	2.882	3.260	3.612	3.918
272	Subtotal Other		1.853		2.036	1.688	1.712	2.520	2.563	2.254	2.161	1.891	1.794	1.946
273	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*2.252*		*4.115*	*4.520*	*5.270*	*6.759*	*7.534*	*8.050*	*8.830*	*9.544*	*10.274*	*10.996*
274														
275	**HFC Prod./Mg/Semicond.**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
290	HFCs		367		261	250	130	121	133	77	76	82	44	44
291	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*4.243*		*2.857*	*2.698*	*1.241*	*1.120*	*1.234*	*565*	*546*	*551*	*340*	*248*
292														
293	**Total HFC Emiss. [t]**		2.683		3.673	3.852	4.068	6.035	6.290	6.352	6.609	6.489	6.723	6.992
294	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*6.483*		*6.960*	*7.205*	*6.494*	*7.865*	*8.757*	*8.599*	*9.359*	*10.077*	*10.590*	*11.220*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
296	**PFC**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
297	**Aluminium Production**													
298	Manuf. Emiss. [t]													
299	CF4		209		157	116	48	50	58	64	60	45,3	25,4	26,04
300	C2F6		21		15,7	12	5	5	5,8	6,6	6,0	4,7	2,55	2,61
301	Emiss PFC [t]		230		173	128	53	55	64	70	66	50	28	29
302	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*1.552*		*1.166*	*864*	*356*	*372*	*431*	*475*	*446*	*338*	*188*	*193*
303	**Refrigerants**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
304	Op.+ Disp.+Manuf Emiss. [t]													
305	C2F6 (R-116)				0,4	0,5	0,8	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,6	2,8
306	C3F8 (R-218)		1,2		7,3	9,4	10,4	11,1	11,7	12,3	13,0	14,5	15,3	14,1
307	Emiss PFC [t]		1,2		7,8	9,9	11,1	12,1	13,0	13,9	14,8	16,5	17,9	17,0
308	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*8,2*		*55,3*	*70,5*	*79,6*	*87,0*	*94*	*101*	*107*	*120*	*131*	*125*
309	**PCB Manuf./Sportshoes**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
310	Manuf. Emiss. [t]													
311	CF4		2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
312	C3F8 (PFC-218)													2,8
313	Emiss PFC [t]		2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	5
314	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*13*		*13*	*13*	*13*	*13*	*13*	*13*	*13*	*13*	*13*	*32,6*
315	**Semiconductors**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
316	Manuf. Emiss. [t]													
317	C2F6		11,3		17,3	18,8	18,5	12,7	12,8	14,4	13,3	11,73	10,92	7,70
318	CF4		11,2		11,7	17,1	20,5	15,8	15,5	14,3	13,4	13,12	15,29	9,81
319	C3F8		0		0,2	0,8	4,1	3,7	4,3	4,8	6,2	5,85	5,10	5,78
320	c-C4F8		0		0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,17	0,18	0,24
321	Emiss PFC [t]		23		29	37	43	32	33	34	33	31	31	24
322	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*177*		*238*	*292*	*333*	*246*	*250*	*260*	*254*	*236*	*237*	*177*
323														
324	**Total PFCs**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
325	PFC Emiss [t]		256		212	177	109	101	112	120	116	99	79	74
326	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*1.750*		*1.472*	*1.240*	*781*	*718*	*787*	*849*	*820*	*707*	*569*	*528*
327														
328	**SF6**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
329	**El. Eqipment T&D**													
330	Manufact. Switchgear t		20,0		16,6	10,8	9,48	7,3	8,0	5,4	6,1	6,4	5,86	7,65
331	Manufact. T&D Components t		16,7		25,9	25,6	26,62	27,0	23,3	18,4	16,0	12,0	12,35	9,87
332	Bank Emissions t		7,3		7,7	8,1	7,33	7,6	7,7	8,7	10,1	8,5	8,49	7,99
333	Disposal Emissions t				0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,043	0,022	0,110
334	Subtotal Emiss. [t]		44,1		50,2	44,6	43,5	42,0	39,0	32,6	32,3	27,0	26,7	25,6
335	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*1.053*		*1200*	*1065*	*1039*	*1004*	*933*	*779*	*772*	*645*	*639*	*612*
336														
337	**Particle Accelerators**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
338	Manuf. Emissions t				0,03	0,02	0,02	0,002	0,003	0,00003	0,00003	0,00003	0,00003	0,00003
339	Bank Emissions t		4,4		4,9	4,8	5,0	4,8	4,9	4,9	4,9	4,9	4,91	4,92
340	Disposal Emissions t		0,07		0,04	0,09	0,0	0	0	0	0	0	0,0	0
341	Subtotal Emiss. [t]		4,5		5,0	4,9	5,0	4,8	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9
342	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*108*		*119*	*118*	*120*	*115*	*117*	*117*	*117*	*117*	*117*	*118*
343														
344	**Magnesium Casting**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
345	Manufacturing Emiss t		7,8		9,4	8,8	13,4	17,4	16,1	19,2	24,9	27,9	24,1	15,15
346	Subtotal Emiss. [t]		7,8		9	9	13	17	16	19	24,9	27,9	24,1	15,15
347	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*188*		*224*	*210*	*320*	*417*	*385*	*458*	*594*	*668*	*575*	*362*
348														
349	**Soundproof Glazing**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
350	Manuf. Emissions t		91,6		37,0	32,0	28,6	25,0	14,1	10,0	9,3	5,7	4,1	3,0
351	Bank Emissions t		16,234		19,5	20,0	20,4	20,7	20,7	20,5	20,2	19,6	18,9	18,1
352	Disposal Emissions t						2,7	5,6	11,4	17,5	23,9	30,4	37,2	44,3
353	Subtotal Emiss. [t]		107,9		56,5	52,0	51,7	51,3	46,2	48,1	53,4	55,7	60,2	65,4
354	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*2.578*		*1.350*	*1.244*	*1.236*	*1.225*	*1.105*	*1.149*	*1.275*	*1.332*	*1.440*	*1.563*
355														
356	**Car Tires**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
357	Disposal Emissions t		110		125	67	50	30	9	6	4	2,7	2,5	2,1
358	Subtotal Emiss. [t]		110,0		125,0	67	50	30	9	6	4	2,7	2,5	2,1
359	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*2.629*		*2.988*	*1.601*	*1.195*	*717*	*215*	*143*	*96*	*65*	*60*	*50*
360														
361	**Sole/Radar/Welding**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
362	Subtotal Emiss. [t]		18,5		22,3	24	23,3	15,28	14,1	12,9	10,8	10,5	10,7	8,5
363	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*442*		*532*	*574*	*557*	*365*	*336*	*309*	*258*	*252*	*255*	*204*
364														
365	**Photovoltaic/Fibre Optics**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
366	Subtotal Emiss. [t]								0,4	1,5	1,5	4,0	4,7	20,3
367	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*0*		*0*	*0*	*0*	*0*	*9*	*36*	*36*	*96*	*111*	*485*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
369	**Tracergas/Al-Casting**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
370	Manufacturing Emiss t		1,0		1,0	11,0	14,5	32,5	35,5	45,5	46,1	57,5	85,5	83,55
371	Subtotal Emiss. [t]		1,0		1,0	11,0	14,5	32,5	35,5	45,5	46,1	57,5	85,5	83,6
372	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*23,9*		*23,9*	*263*	*347*	*777*	*848*	*1.087*	*1102*	*1374*	*2043*	*1997*
373														
374	**Semiconductors**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
375	Manufacturing Emiss t		2,0		2,4	2,2	2,4	1,8	2,4	2,6	3,4	3,12	1,30	1,19
376	Subtotal Emiss. [t]		2,0		2,4	2,2	2,4	1,8	2,4	2,6	3,4	3,1	1,3	1,2
377	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*49*		*58*	*52*	*56*	*44*	*56*	*62*	*80*	*75*	*31*	*28*
378	23900													
379	**Other SF6**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
380			7		9	8	9	10	10	10	10	10	9	4,7
381	Subtotal Emiss. [t]		7		9	8	9	10	10	10	10	10	9	5
382	*Kilotonnes CO2 equiv.*		167		215	191	215	239	239	239	239	239	215	112
383														
384			1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
385	**Total SF6**													
386	Total Emiss. [t]		303		281	223	213	205	178	183	191	203	230	231
387	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*7.237*		*6.708*	*5.319*	*5.086*	*4.903*	*4.243*	*4.379*	*4.569*	*4.862*	*5.486*	*5.533*
388														
389														
390	**Total F-Gas-Emissions**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
391														
392	Total HFC [t]		2.683		3.673	3.852	4.068	6.035	6.290	6.352	6.609	6.489	6.723	6.992
393	Total PFC [t]		256		212	177	109	101	112	120	116	99	79	74
394	Total SF6 [t]		303		281	223	213	205	178	183	191	203	230	231
395	Total F-Gas Emiss. [t]		3.241		4.166	4.252	4.390	6.341	6.579	6.655	6.916	6.791	7.032	7.297
396														
397	HFC ktonnes CO_2 eqiv.		6.483		6.960	7.205	6.494	7.865	8.757	8.599	9.359	10.077	10.590	11.220
398	PFC ktonnes CO_2 eqiv.		1.750		1.472	1.240	781	718	787	849	820	707	569	528
399	SF_6 ktonnes CO_2 eqiv.		7.237		6.708	5.319	5.086	4.903	4.243	4.379	4.569	4.862	5.486	5.533
400	*Kilotonnes CO_2 equiv.*		15.470		15.141	13.764	12.361	13.485	13.787	13.827	14.748	15.646	16.645	17.281