TEXTE
41/2010

Emissionen fluorierter Treibhausgase in Deutschland 2008

Inventarermittlung der F-Gase 2008
Daten von HFKW, FKW und SF6 für die nationale Emissionsberichterstattung gemäß Klimarahmenkonvention für das Berichtsjahr 2008

Umwelt Bundesamt

| TEXTE | 41/2010

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Förderkennzeichen 360 16 026
UBA-FB 001370

Emissionen fluorierter Treibhausgase in Deutschland 2008

Inventarermittlung der F-Gase 2008 Daten von HFKW, FKW und SF6 für die nationale Emissionsberichterstattung gemäß Klimarahmenkonvention für das Berichtsjahr 2008

von

Dr. Winfried Schwarz

Öko-Recherche Büro für Umweltforschung und -beratung GmbH,
Frankfurt/Main

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

UMWELTBUNDESAMT

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter
http://www.uba.de/uba-info-medien/3999.html
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
E-Mail: info@umweltbundesamt.de
Internet: http://www.umweltbundesamt.de

Redaktion: Fachgebiet III 1.4 Stoffbezogene Produktfragen
Dr. Cornelia Elsner

Dessau-Roßlau, Juli 2010

Berichts - Kennblatt

1. Berichtsnummer UBA FB 001370	2.	3.
4. Titel des Berichts Inventarermittlung der F-Gase 2008 Daten von HFKW, FKW und SF_6 für die nationale Emissionsberichterstattung gemäß Klimarahmenkonvention für das Berichtsjahr 2008		
5. Autoren, Namen, Vornamen Dr. Winfried Schwarz		8. Abschlussdatum 21.10.2009 9. Veröffentlichungsdatum 07/2010
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Öko-Recherche, Büro für Umweltforschung und -beratung GmbH, Münchener Str. 23, 60329 Frankfurt am Main		10. UFOPLAN - Nr. 360 16 026 11. Seitenzahl 41
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt, Wörlitzer Platz 1, D-06844 Dessau Fachbegleitung: Dr. Cornelia Elsner		12. Literaturangaben 13. Tabellen 10 14. Abbildungen
15. Zusätzliche Angaben		
16. Kurzfassung In dieser Studie werden die Emissionsdaten der fluorierten Treibhausgase HFKW, FKW und SF_6 (F-Gase) für das Jahr 2008 präsentiert, wie Sie in das ZSE eingegeben werden. Die Gesamtemissionen der Gase HFKW, FKW und SF_6 haben sich von 1995 bis 2008 mehr als verdoppelt - von 3241 auf 7202 metrische Tonnen. Die Klimawirkung dieser Emissionen liegt auch 2008 über dem Niveau des Jahres 1995 - mit 18,0 gegenüber 15,5 Mio. t CO_2-Äquivalente. Gegenüber dem Vorjahr haben die Emissionen in metrischen Tonnen in 2008 zwar erstmals seit 1995 abgenommen, die klimawirksamen Emissionen sind aber um 0,7 Mio. t CO_2 Äquivalente weiter angestiegen. FKW-Emissionen blieben 2008 zwar auf dem Niveau des Vorjahres, nehmen seit 1995 aber laufend ab. Emissionen von SF_6, die bis 2002 gesunken waren, steigen seit 2003/04 wieder an. Die HFKW-Emissionen, die seit 1995 kontinuierlich zunehmen, blieben 2008 auf dem Vorjahresniveau aufgrund eines starken Verbrauchrückgangs im Schaumsektor. HFKW machen 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 2008 an. Abschnitt I enthält die F-Gas-Emissionsdaten für 2008 sowie für 1995, 2000, 2004 und 2007. Abschnitt II dokumentiert die Datenquellen der Erhebung. Abschnitt III enthält Tabellen der F-Gas-Emissionen 1995 - 2008 – 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 001370	2.	3.
4. Report Title Inventory compilation of F-gases 2008. Data on HFCs, PFCs, and SF_6 for the national emissions reporting under the Framework Convention on Climate Change for the reporting year 2008.		
5. Authors, Family Names, First Names Dr. Winfried Schwarz	8. Report Date 21.01.2009 9. Publication Date 07/2010	
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 10 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 2008 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 2008, from 3,241 to 7,202 metric tons. In terms of global warming, the emissions in 2008 exceeded again the 1995 level, with 18.0 vs. 15.5 million tons CO_2 equivalent. Against the previous your, the emissions in metric units have decreased the first time since 1995, however the global warming emissions, have increased by further 0.7 million t CO_2 equivalent.

PFC emissions remained in 2008 at the 2007 level although they show a constant down trend from 1995 onwards. Emissions of SF_6, which had decreased before 2002, are increasing again from 2003/04. HFC emissions, which continue rising since 1995, stopped growing in 2008 due to a consumption drop in the foam sector. 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 2008.

Section I of this report presents the F-gas emissions data for 2008, in addition to those in 1995, 2000, 2004, and 2007.
In section II the data sources of survey are documented.
Section III presents the F-gas emissions 1995 - 2008 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.	

Inhalt

Inhalt ..... ***III***

I. Die F-Gas-Emissionen von 1995 bis 2008 ..... **2**

1. HFKW 1995-2008 ..... ***5***

1. Stationäre Kälte-Klimatechnik 7
2. Mobile Klima- und Kältetechnik 13
3. Hartschaum (XPS, PU, Montageschaum) 14
4. Dosieraerosole, andere Aerosole und Lösemittel 16
5. Feuerlöschmittel 17
6. Produktion, Halbleiter, Schutzgas 17

2. FKW 1995-2008 ..... ***18***

1. Primäraluminium 18
2. Halbleiterindustrie 18
3. Kältemittel 19
4. Sportschuhe 19

3. SF_6 1995-2008 ..... ***20***

1. Autoreifen 21
2. Schallschutzscheiben 21
3. Elektrische Anlagen der Energieübertragung und -verteilung 21
4. Produktion elektrischer Bauteile für die Energieübertragung (T&D Bauteile) 22
5. Teilchenbeschleuniger 22
6. Magnesium-Gießereien 22
7. Aluminiumguss und Spurengas 22
8. Sportschuhsohlen, AWACS-Radar, Schweißen 23
9. Solartechnik und Optische Glasfasern 23
10. Sonstiges einschl. Halbleiterindustrie 24

II. Nachweise für die Emissionsabschätzung 2008 ..... **25**

III. Emissionstabellen für 2008 im Vergleich mit 1995 und 1998-2007 ..... **33**

Emissionen fluorierter Treibhausgase 1995 bis 2008

I. Die F-Gas-Emissionen von 1995 bis 2008

Die Gesamtemissionen der Gase HFKW, FKW und SF_6 haben sich von 1995 bis 2008 mehr als verdoppelt - von 3241 auf 7192 metrische Tonnen. Die Klimawirkung dieser Emissionen liegt auch 2008 über dem Niveau des Jahres 1995 - mit 18,0 gegenüber 15,5 Mio. t CO_2-Äquivalente. Gegenüber dem Vorjahr haben die Emissionen in metrischen Tonnen in 2008 zwar erstmals seit 1995 abgenommen, die klimawirksamen Emissionen sind aber um 0,7 Mio. t CO_2 Äquivalente weiter angestiegen. Hinter diesen Entwicklungen verbergen sich unterschiedliche Tendenzen, die den Blick auf die drei Kategorien fluorierter Treibhausgase erfordern.

Tab. 1 Entwicklung der Emissionen fluorierter Treibhausgase [t] 1995-2008					
	1995	**2000**	**2004**	**2007**	**2008**
HFKW	2.683	4.070	6.611	6.992	6.868
FKW	256	109	116	74	75
SF_6	303	213	191	231	249
Insgesamt	**3.242**	**4.391**	**6.918**	**7.297**	**7.192**

Tab. 2 Entwicklung der Emissionen fluorierter Treibhausgase [Mio. t CO_2-Äquivalente] 1995-2008					
	1995	**2000**	**2004**	**2007**	**2008**
HFKW	6,49	6,51	9,38	11,23	11,54
FKW	1,75	0,78	0,82	0,53	0,53
SF_6	7,24	5,09	4,57	5,53	5,95
Insgesamt	**15,5**	**12,4**	**14,76**	**17,29**	**18,02**

Tabelle 1 und 2 zeigen, dass sich die Emissionen fluorierter Treibhausgase von 1990/1995[1] bis 2008 in den drei Stoffgruppen unterschiedlich entwickelt haben.

FKW, deren Emissionen seit 1995 eine stetige Abwärtstendenz gezeigt hatten, haben sich auf relativ niedrigem Niveau stabilisiert. Die weiter rückläufigen Emissionen aus der Halbleiterfertigung wurden durch Zuwächse aus der Herstellung von Primäraluminium kompensiert.

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, und haben auch im Jahr 2008 weiter zugenommen. Der Trend ist uneinheitlich. In den meisten Sektoren gingen die Emissionen zurück, am stärksten bei Magnesiumguss, wo die Verordnung (EG) Nr. 842/2006 über bestimmte fluorierte Treibhausgase (F-Gase-Verordnung) größeren Gießereien zur Schutzgasumstellung auf den HFKW-134a geführt hat. Die Emissionen stiegen lediglich wegen der zunehmenden Entsorgung alter Schallschutzscheiben sowie der Herstellung von Sekundäraluminium und der

[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).

Fertigung photovoltaischer Zellen. Neue Erkenntnisse über die Emissionsfaktoren bei der Herstellung von Sekundäraluminium und Solarzellen stellen die bisherigen Abschätzungen der Emissionen jedoch in Frage. Nach Abschluss der noch laufenden Recherchen zu diesen Sektoren ist mit einer Revision der Zahlenwerte nach unten zu rechnen. Eine eventuelle Rekalkulation kann im nächsten Berichtsjahr durchgeführt werden.

Die, bezogen auf CO_2–Äquivalente, mit fast zwei Dritteln an den F-Gas-Emissionen beteiligten HFKW sind der Masse nach von 1995 bis 2007 von 2683 t auf knapp 7000 t gestiegen, im Jahr 2008 aber erstmals leicht gesunken. Der Rückgang geht auf das ab 4. Juli 2008 EU-weit geltende Verbot des Inverkehrbringens von HFKW-haltigen Einkomponenten-Montageschäumen zurück, während Emissionen aus stationären Kälte- und mobilen Klimaanlagen weiter anstiegen und den Rückgang der Masse nach fast ausglichen. Ausgedrückt in CO_2-Äquivalenten haben die HFKW-Emissionen gegenüber dem Vorjahr sogar geringfügig zugenommen, von 11,23 auf 11,54 Mio. t.

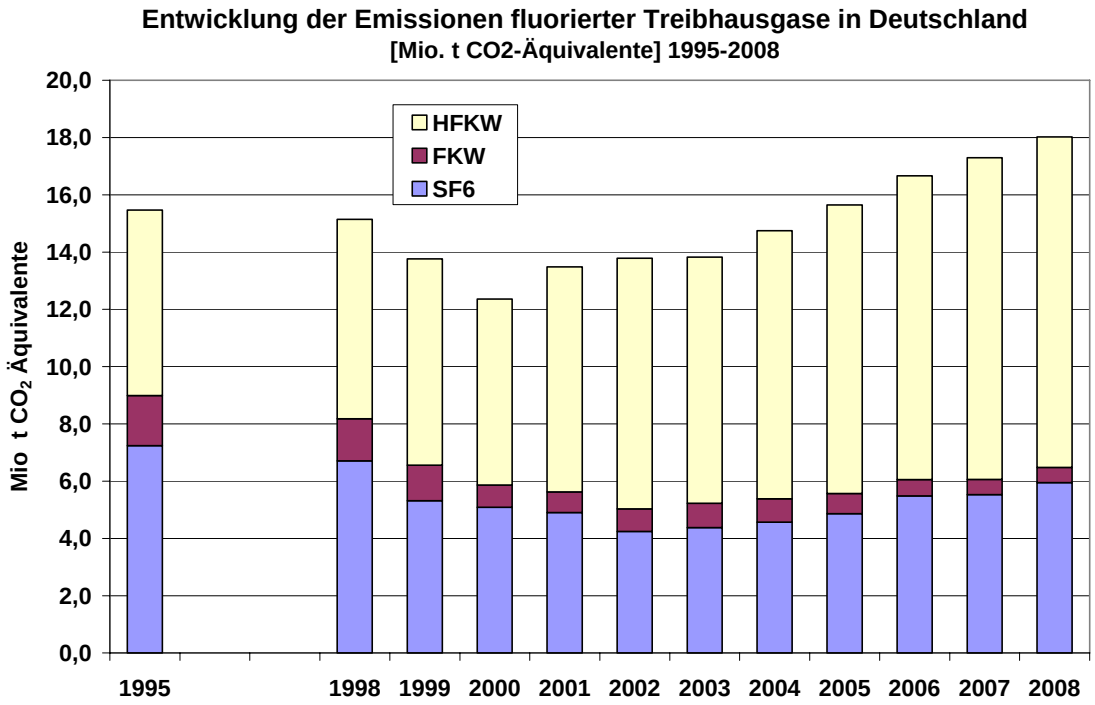

Diagramm 1. Nach einem Rückgang bis 2000 sind die Emissionen von F-Gasen kontinuierlich angestiegen, und zwar vor allem durch HFKW, während die Emissionen von FKW stark und diejenigen von SF_6 im Zeitraum 1995 bis 2008 um fast 20% abnahmen. Zur Veränderung der inneren Zusammensetzung der HFKW-Emissionen siehe Tabelle 4.

Im Jahr 2006 wurden die Verordnung (EG) Nr. 842/2006 über bestimmte fluorierte Treibhausgase sowie die Richtlinie 2006/40/EG über Emissionen aus Klimaanlagen in Kraftfahrzeugen verabschiedet, die mittelfristig bedeutende Auswirkungen auf die künftigen Emissionen haben dürften. Zusätzliche Verringerungen der HFKW-Emissionen aus stationären Kälteanlagen sind von der in Deutschland 2008 verabschiedeten *Verordnung zum Schutz des Klimas vor Veränderungen durch den Eintrag bestimmter fluorierter Treibhausgase* (Chemikalien-Klimaschutzverordnung, ChemKlimaschutzV) zu erwarten.

Die EU F-Gase-Verordnung enthält einige mengenrelevante Verbote der Anwendung von F-Gasen und des Inverkehrbringens von F-Gas-haltigen Erzeugnissen und Einrichtungen, die bereits wirksam geworden sind, darunter das Verbot des Inverkehrbringens von SF_6-befüllten Autoreifen und Schallschutzscheiben für Wohnhäuser (ab Juli 2007) sowie für sonstige Fenster und von F-Gas-haltigen Einkomponentenschäumen (ab Juli 2008). Seit Januar 2008 ist außerdem die Verwendung von SF_6 als Schutzgas in Magnesiumdruckgießereien mit über 850 kg SF_6-Jahresverbrauch untersagt.

Die Verbrauchsentwicklung in den von Verboten betroffenen Sektoren verlief unterschiedlich: Die Einsatzmengen von SF_6 als Magnesium-Schutzgas halbierten sich gegenüber 2007, für die Befüllung von Autoreifen wurde trotz des seit Juli 2007 geltenden Anwendungsverbotes noch 1 t SF_6 eingesetzt. Die Hersteller von Schallschutzscheiben kauften im Jahr 2008 noch 7 t SF_6 (nach 9 t in 2007). Dahinter ist nicht nur die im Jahr 2008 noch erlaubte Verwendung für Fenster in Nicht-Wohngebäuden[2] zu vermuten, sondern auch eine gewisse Vorratsbildung. Bei Montageschaum halbierte sich die HFKW-Menge im inländischen Dosenangebot. Im nächsten Berichtsjahr wird sich zeigen, ob das Verbot (Juli 2008) eingehalten wurde. (Zu Details siehe die Kommentare zu den einzelnen Sektoren).

[2] Sofern Schallschutzfenster vor dem 4. Juli 2007 (Fenster für Wohnhäuser) bzw. 4. Juli 2008 (sonstige Fenster) hergestellt worden sind, dürfen sie noch in Verkehr gebracht werden (Abverkauf). Diese Regelung des Artikels 9 (2) gilt auch für Montageschaum und Autoreifen.

1. HFKW 1995-2008

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.

Von den ehemals großen ODS-Anwendungsgebieten, nämlich Kälte-Klima, Hartschaum, Lösemittel, Feuerlöscher und Aerosole, bilden stationäre und mobile Kälte-Klimatechnik den einzigen Bereich, wo es einen nahezu umfassenden Übergang von ODS zu HFKW gab bzw. noch gibt. (Ausnahme ist der FCKW-Umstieg auf natürliche Kältemittel in Haushalts-Kühlgeräten 1993/94.) 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 und medizinischen Dosieraerosolen).

Tab. 3 HFKW-Emissionen [t] 1995-2008

	1995	**2000**	**2004**	**2007**	**2008**
Stationäre Kälte/Klima	73	854	1591	2062	2087
- Gewerbe, Industrie, Haush.	*64*	*768*	*1410*	*1798*	*1791*
- Zentral-, Raumklima, WP	*9*	*86*	*181*	*264*	*297*
Mobile Kälte/Klima	167	1163	2147	2925	3184
- davon nur Pkw	*133*	*984*	*1817*	*2480*	*2696*
XPS-Schäume	0	0	1521	893	757
PU-Schäume	0	94	241	190	179
PU-Montageschaum	1823	1475	585	476	219
Dosieraerosole	0	84	191	208	206
Andere Aerosole/Lösemittel	254	269	254	192	155
Feuerlöschmittel	0	0,6	3,6	1,7	2,9
HFKW - Ersatz für ODS	**2317**	**3939**	**6535**	**6.947**	**6.790**
Produktion/Halbl./Mg-134a	366	129	74	38	62
Insgesamt	**2683**	**4.070**	**6609**	**6.992**	**6.868**

Tab. 4 HFKW-Emissionen [Mio. t CO_2-Äquivalente] 1995-2008

	1995	**2000**	**2004**	**2007**	**2008**
Stationäre Kälte/Klima	0,169	1,995	3,787	5,109	5,257
- Gewerbe, Industrie, Haush.	*158*	*1878*	*3530*	*4721*	*4815*
- Zentral-, Raumklima, WP	*12*	*117*	*257*	*388*	*442*
Mobile Kälte/Klima	0,231	1,564	2,882	3,918	4,265
- davon nur Pkw	*0,172*	*1,280*	*2,362*	*3,224*	*3,505*
XPS-Schäume	0,000	0,000	0,658	0,608	0,565
PU-Schäume	0,000	0,123	0,252	0,201	0,191
PU-Montageschaum	1,534	1,084	0,631	0,592	0,265
Dosieraerosole	0,000	0,168	0,294	0,309	0,303
Andere Aerosole/Lösemittel	0,318	0,336	0,314	0,242	0,195
Feuerlöschmittel	0,000	0,002	0,012	0,007	0,012
HFKW - Ersatz für ODS	**2,253**	**5,270**	**8,831**	**10,986**	**11,052**
Produktion/Halbl./Mg-134a	4,243	1,241	0,546	0,248	0,489
Insgesamt	**6,496**	**6,511**	**9,377**	**11,234**	**11,541**

Die Tendenz zu steigenden Einsatz- und Emissionsmengen bei Kälte-Klima und zu Stagnation bis Abnahme in den übrigen Sektoren hielt 2008 an. Das zeigt auch ein Blick auf die folgende Grafik.

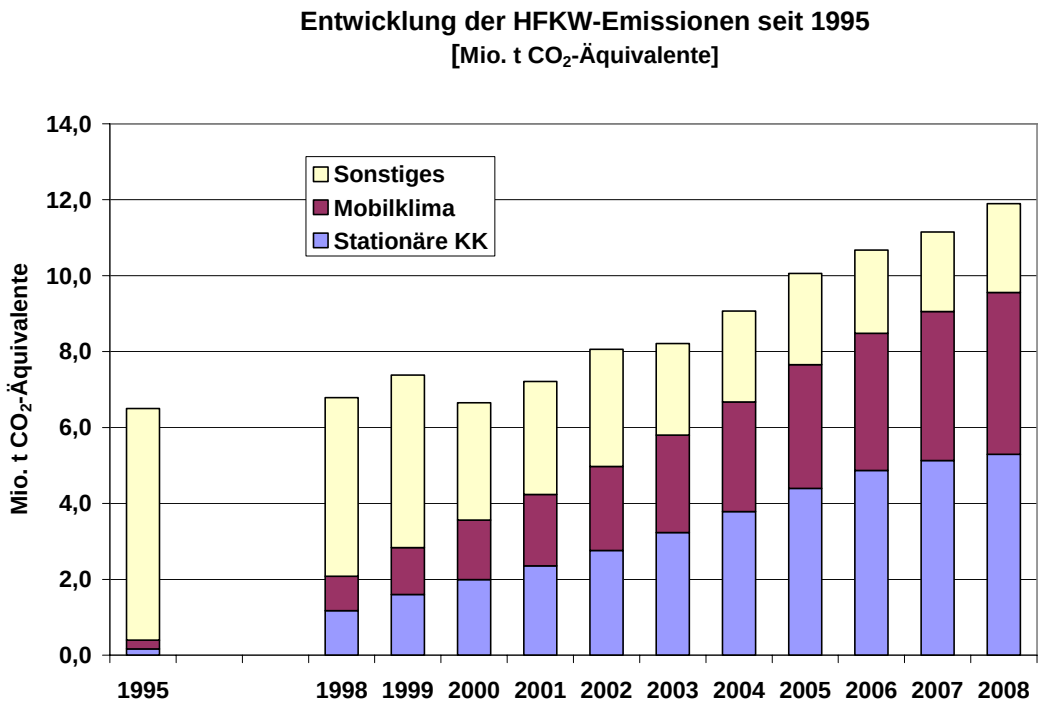

Diagramm 2. Die HFKW-Emissionen haben sich gegenüber 1995 fast verdoppelt. Die sektorale Zusammensetzung hat sich aber drastisch verändert. Kältemittel (Mobilklima und stationäre Kälte-Klimatechnik) machten 1995 erst 6% der HFKW-Emissionen aus, in 2008 dagegen 83%. "Sonstiges" fiel von 94% auf 17% zurück, was vor allem auf den starken Rückgang der HFKW-23 Emissionen aus der Produktion des HFCKW-22 zurückzuführen ist.

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.

HFKW-Emissionen nach Sektoren der stationären Kältemittelanwendung

Im Bereich der stationären Kälte-Klimatechnik unterscheiden wir drei große Sektoren (in Klammern die Anteile an den klimawirksamen Emissionen des Bereichs), nämlich Gebäude- und Raumklimatisierung einschl. Wärmepumpen (9%), Gewerbekälte (67%) sowie Industriekälte (27%). Der große Sektor der Gewerbekälte wird seinerseits in Lebensmitteleinzelhandel (u.a. Supermärkte und Discounter) und sonstige Gewerbekälte (z.B. Fleischereien, Kioske) untergliedert, die jeweils mit 28% bzw. 36% an den gesamten HFKW-Emissionen beteiligt sind.

Tab. 5 HFKW-Emissionen* der stationären Kälte-Klimatechnik in 2008

	Emissionen in metrischen Tonnen		Emissionen in tausend t CO_2-Äquivalenten	
Sektor	v. Bestand	v. Entsorgung	v. Bestand	v. Entsorgung
Industrie	352	165	954	421
Gewerbe	927	294	2515	787
dav. Supermarkt	*381*	*122*	*1092*	*351*
dav. sonstiges GW	*546*	*171*	*1423*	*435*
Gebäudeklima	221	18	314	24
Raumklima	63	8	103	12
Wärmepumpen	12	-	25	-
Gesamt	**1575**	**485**	**3911**	**1244**

* Ohne FKW und HFKW aus umgerüsteten Altanlagen, sowie ohne Befüllverluste.

Die HFKW-Emissionen aus allen stationären Anlagen zusammen haben seit 2004 um etwa 500 metrische Tonnen bzw. 1,5 Mio. t CO_2-Äquivalente zugenommen. Von diesem Zuwachs entfallen allein 360 metrische Tonnen auf Emissionen bei der Entsorgung alter Anlagen. Emissionen aus dem Bestand betragen 3,911 Mio. t CO_2-Äquivalente; Emissionen, die bei der Entsorgung ohne angemessene Rückgewinnung (Emissionsfaktor 30%) anfallen, belaufen sich auf 1,244 Mio. t CO_2-Äquivalente bzw. 24% der Gesamtemissionen von HFKW.

Während Entsorgungsemissionen weiter steigen werden, dürften in der Gewerbe- und Industriekälte die Emissionen aus dem Bestand künftig in dem Maße wachsen, wie der Umfang des Kältebedarfs wächst und daher Neuanlagen installiert werden, aber vor allem auch, wie HFKW den HFCKW-22 ersetzen. Nach unseren gegenwärtigen Schätzungen bestehen die jährlich in existierende Anlagen nachgefüllten fluorierten Kältemittel zurzeit noch zu fast einem Drittel aus HFCKW R-22. Dieser Umstand wird in unserem Kältemittelmodell, das sich auf HFKW konzentriert, nicht berücksichtigt (siehe dazu nächsten Abschnitt).

Nicht nur in der Gewerbekälte, sondern auch bei Gebäude-Klimaanlagen, Raumklimageräten und Wärmepumpen ist das Wachstum des Kältemittel-Bestands noch lange nicht erschöpft. Die Zahl neuinstallierter Wärmepumpen nahm 2008 um 50% gegenüber dem Vorjahr zu. Wärmepumpen können energetisch sehr vorteilhaft

sein und dürften weiterhin überproportional vom Trend zur Einsparung elektrischen Stroms profitieren. Alle wichtigen Kältemittel sind von dem Wachstum betroffen: R-134a, R-404A, R-407C und R-410A, wobei sich die Anteile untereinander nach Umweltmedien unterscheiden. In Außenanlagen für das Medium Luft wird auch Propan eingesetzt.

Große Klimaanlagen oberhalb 20 kW Kälteleistung werden in der Regel als Kaltwassersatz ausgelegt. Dieser Markt ist relativ stabil, weil Rückgänge im unteren Leistungsbereich durch Zuwächse im mittleren Leistungsbereich ausgeglichen werden. Seit 2005 nimmt das Kältemittel R-410A gegen R-407C geringfügig zu. R-407C und R-134a bleiben aber vorherrschend.

Starkes und ungebrochenes Wachstum verzeichnet der Sektor der Raumklimageräte. Dabei hat sich seit 2004 nicht nur die Zahl jährlich neuinstallierter Geräte um 60% erhöht, sondern gleichzeitig hat sich ihr Einsatzbereich stetig nach oben erweitert, von 20 kW auf bis zu 60 kW. Dies ist auf die zunehmende Verwendung von Multisplit- und VRF-Geräten zurückzuführen, bei denen mehrere (meist drei bis sieben) Innengeräte mit einem einzigen Außengerät verbunden sind. Seit 2004 ist der Kältemittelbestand in den vorhandenen Geräten um 150% (von 1000 auf 2500 t angestiegen. Das um das Jahr 2000 eingeführte Kältemittel R-410A hat mit über 80% der Neuanlagenbefüllung das traditionelle R-407C an Bedeutung weit überholt und bewegt sich auf eine Monopolstellung zu. Geräte mit Kohlenwasserstoff-Kältemitteln spielen nur bei mobilen Systemen eine gewisse Rolle. Hier verhindern immer noch Sicherheitsbedenken eine Ausweitung des Marktes.

Die Emissionen aus Wärmepumpen und Raumklimageräten sind mit jährlich 2,5 % auf den Bestand bisher relativ niedrig. Die Gesamtemissionen in diesem Sektor könnten in den nächsten Jahren (Wärmepumpen ab 2010, Raumklimageräte ab 2008) aber deutlich ansteigen, wenn bei Außerbetriebnahme von Altgeräten die Kältemittel-Rückgewinnung vernachlässigt werden sollte, so dass es neben Bestandsemissionen zu hohen Entsorgungsemissionen kommt.

Exkurs zur Kontrolle der Modelldaten für stationäre Kältemittelanwendung nach ZSE durch die F-Gas-Erhebung nach Umwelt-Statistik-Gesetz für 2007

Die Schätzung von Emissionen fluorierter Treibhausgase ist mit mehr oder weniger großen Unsicherheiten behaftet. Diese sind in denjenigen Sektoren relativ niedrig, wo kältemittelbefüllte Geräte industriell gefertigt werden und Homogenität aufweisen. Über ihre jährlich verkauften Stückzahlen liegen verlässliche Daten vor. Diese Bedingungen sind für die Sektoren der stationären Klimasysteme und der Wärmepumpen gegeben (wie auch für alle mobilen Klimaanlagen). Ganz anders, nämlich unübersichtlich, ist die Situation in der stationären Kältetechnik. Ihre Bereiche Gewerbe- und Industriekälte weisen nicht nur eine große Vielzahl und Vielfalt von Anlagen und Geräten auf. Diese sind meistens auch kundenspezifisch gefertigt und oft vor Ort montiert. Die laufende statistische Erfassung des Anlagenbestands und der darin enthaltenden Kältemittel ist bisher nicht möglich. Die Folge sind beträchtliche Unsicherheiten der Emissionsabschätzung. Die Unsicherheit der Daten wird im Zentralen System Emissionen (ZSE) beim Umweltbundesamt

daher sehr hoch angesetzt mit ± 20% für den Verbrauch (Neubefüllung) und ± 25% für die Emissionen[3].

Verbrauch, Bestand und Emissionen von HFKW-Kältemitteln in Industrie und Gewerbe (Lebensmittelhandel und sonstiges Gewerbe) werden für das ZSE nicht über Stückzahlen jährlich installierter Geräte und Anlagen ermittelt. Ausgangspunkt sind vielmehr Modelle des Anlagen- und Kältemittelbestands in den zwei Sektoren, aus denen sowohl Neubefüllungen und Entsorgungsmengen als auch Emissionen eines Jahres rechnerisch abgeleitet werden. Die Modelle gründen zwar auf einer umfassenden einmaligen Statistik der Anlagen und ihrer spezifischen Kältemittelfüllmengen für alle stationären Sektoren für das Jahr 2000, berücksichtigen aber nicht die seitdem stattgefundenen Veränderungen. Eine allgemeine Realitätskontrolle der Modellwerte wurde bisher nur für die Rechengröße „jährlicher Neuverbrauch für alle stationären Sektoren“ vorgenommen, und zwar durch Befragung der führenden Kältemittelhersteller nach ihrer Einschätzung des inländischen Kältemittelabsatzes in stationäre Anwendungen[4].

Die Aktualisierung der sektoralen Kältemittelmodelle erfordert umfangreiche statistische Arbeiten. Sie konnten im Rahmen dieser Studie nicht durchgeführt werden.

Umso wichtiger sind die neuen jährlichen F-Gas-Erhebungen nach nov. Umwelt-Statistik-Gesetz (UStatG), deren Resultate für 2006 und 2007 vorliegen[5]. Diese Befragung erhebt für alle Typen von HFKW-Kältemitteln die Verwendung sowohl zur Befüllung von Neuanlagen als auch zur Nachfüllung bestehender Anlagen. Zwar folgt sie nicht der für die internationale Emissionsberichterstattung geforderten sektoralen Einteilung in Industriekälte, Gewerbekälte und stationäre Klimasysteme. Sie erfasst auch nicht Kältemittelbestand und jährliche Entsorgungsmengen und -emissionen. Dazu kommt eine gewisse Unvollständigkeit der Erhebung, die aus einer Bagatellgrenze resultiert: Mengen unter 20 kg pro HFKW-Typ und Jahr muss ein Befragter nicht melden. Aber dadurch, dass sich in den Ergebnissen die stationären von den mobilen Anwendungen trennen lassen, ergibt sich für die Gesamtheit der stationären Sektoren ein relativ zuverlässiges Bild von Umfang und Struktur des jährlichen Neuverbrauchs sowie der Nachfüllmengen von HFKW-Kältemitteln in den stationären Sektoren. Die Nachfüllungen können als erster Indikator der jährlichen Bestandemissionen betrachtet werden.

Der Vergleich der Ergebnisse der statistischen Erhebung mit den aus den Kältemittelmodellen abgeleiteten ZSE-Modellwerten[6] zeigt sowohl Übereinstimmungen als auch Abweichungen. Siehe Tabelle 6.

---

[3] Siehe Schlussbericht zum Forschungsvorhaben „Daten von HFKW, FKW und SF_6 für die nationale Emissionsberichterstattung gemäß Klimarahmenkonvention für die Berichtsjahre 2004/2005 und Unsicherheitsbestimmung im ZSE". FKZ 205 41 217/01, im Auftrag des Umweltbundesamts (verfasst von Öko-Recherche), Dessau 2007, S. 38-42.

[4] Es kann zum Beispiel als Tatsache unterstellt werden, dass sämtliche HFKW-Kältemittelgemische in stationäre Anwendungen gelangen. Eine Differenzierung in Industrie- und Gewerbekälte oder Klimaanlagen ist nicht möglich, ebenso wenig wie die Unterscheidung in Neu- und Nachbefüllung.

[5] Die Daten für 2008 lagen bei Fertigstellung dieses Berichts noch nicht vor.

[6] Der Einfachheit halber werden die Bestandsemissionen aus Klimaanlagen und Wärmepumpen zu den Modellwerten gezählt, auch wenn wir sie anders, nämlich direkt über Stückzahlen erfassen.

Tab. 6 Vergleich der HFKW-Kältemittel-Verwendung* in der stationären Kälte-Klimatechnik zwischen der Erhebung nach UStatG und dem ZSE, für 2007					
	Neubefüllung			**Bestandsem/Nachfüllung**	
	metr. t	kt CO_2-Äqu.		metr t	kt CO_2-Äqu.
Erhebung	1978	4271		1050	2393
ZSE-Modell	1715	4412		1526	3800
Differenz Erh/Modell	+263	-141		-476	-1407

*Angaben ohne FKW.

Übereinstimmung beim Verbrauch für Neuanlagen

Die Summe des Verbrauchs für Neuanlagen (2007) ist in der Erhebung 15% größer als im Modell, ausgedrückt in metrischen Tonnen (1978 t zu 1715 t). Ausgedrückt in CO_2-Äquivalenten ist der Verbrauch für Neuanlagen in der Erhebung 3% geringer als im Modell (4271 zu 4412 kt CO_2 Äquivalente).

Der Kältemittelverbrauch für Neufüllung weicht nicht wesentlich ab zwischen Erhebung und Modell[7]. Dies ist allerdings anders bei Nachfüllung/Bestandsemission.

Unterschied bei Nachfüllung bzw. Bestandsemissionen

Die Summe der Nachfüllungen in bestehende Anlagen (2007) in der Erhebung beträgt nur 69% der Summe der Bestandsemissionen in den Modellen, ausgedrückt in metrischen Tonnen (1050 t zu 1526 t).

Ausgedrückt in CO_2-Äquivalenten, bilden die Nachfüllungen der Erhebung sogar nur 63% der Bestandsemissionen der Modelle (2393 zu 3800 kt CO_2 Äquivalente).

Es sei vermerkt, dass sich diese Unterschiede noch im Rahmen der Unsicherheitsbestimmung des ZSE bewegen. Allerdings ist es wichtig, für die großen Unterschiede zwischen Erhebung und Modell bei den Nachfüllungen bzw. Bestandsemissionen nach Erklärungen zu suchen. Diese sind u. E. folgende:

1. Zusätzlich zu den auf Basis des Modell abgeschätzten 1050 t HFKW-Kältemitteln für HFKW-haltige Anlagen werden in Deutschland nach Herstellerschätzung zurzeit noch ca. 650 t HFCKW in R-22-Anlagen nachgefüllt, die trotz ihres GWP nicht der Berichtspflicht unterliegen und nicht vom Statistischen Bundesamt erhoben werden. R-22 wird ausschließlich zur Nachfüllung verwendet. Werden diese Mengen mitgerechnet, wurden in 2007 nicht nur 1050 t Kältemittel nachgefüllt, sondern etwa 1700 t. Das übertrifft deutlich den Umfang der Bestandsemissionen, die sich aus den Kältemittelmodellen ergeben.

2. Nachfüllungen sind ein Indikator der Emissionen, aber nicht mit ihnen identisch. Die Summe aller Nachfüllungen ist systematisch geringer als die Summe der Bestandsemissionen, wie sie mit Hilfe von Emissionsfaktoren ermittelt werden. Im Zeitraum zwischen letzter Nachfüllung und Außerbetriebnahme entstehen

[7] Dass der Verbrauchswert des Modells in CO_2-Äquivalenten nur 3% vom Erhebungswert abweicht, obwohl er der Masse nach 15% geringer ist, liegt daran, dass im Modell die Kältemittelgemische R-404A/R-507 mit sehr hohem GWP überrepräsentiert und die Gemische R-407C und R-410A sowie der Reinstoff R-134a, die weniger hohe GWPs haben, unterrepräsentiert sind.

Kältemittelverluste, die nicht ersetzt werden[8]. Schleichende Kältemittelverluste aus hermetischen Systemen werden meistens überhaupt nicht ersetzt. Die insgesamt nicht kompensierten Bestandsemissionen schätzen wir auf ca. 25% der wirklichen Emissionsmenge. Die HFKW-Bestandsemissionen des Jahres 2007 beliefen sich dann um ca. 250 t bzw. 600 kt CO_2-Äquivalente mehr als in der statistischen Erhebung (Erhebungswert plus 25%-Zuschlag).

3. Darüber hinaus gibt es in einigen Anwendungsbereichen Fragen zur Vollständigkeit der Erhebungen nach UStatG. Der Umfang der möglicherweise fehlenden Mengen ist momentan unbekannt und sollte zusammen mit den Experten des Statistischen Bundesamts geklärt werden. Wir schätzen die sich daraus ergebene Differenz vorläufig auf 5%. Wir betonen allerdings: Die 20kg-Abschneidegrenze sowie der evtl, unvollständige Berichtskreis sind jedoch nicht die Hauptursachen der Abweichungen zwischen Modell und Erhebung.

Daraus ergibt sich folgender Schluss für die Nachfüllungen/Bestandsemissionen.

Die von uns verwendeten Kältemittelmodelle der stationären Kälte ergeben für 2007 mehr Bestandsemissionen von HFKW, als sich durch die Erhebung nach UStatG verifizieren lassen. Dies gilt auch dann, wenn wir eine gewisse Unvollständigkeit der Befragung (~5%) sowie die systematische Unterzeichnung der Emissionen durch Nachfüllmengen (~25%) in Rechnung stellen. Dennoch wäre es falsch, die verwendeten Emissionsfaktoren als zu hoch zu betrachten. Werden die - nicht erhobenen - Nachfüllungen von R-22 berücksichtigt, dann folgen aus den Modellen nicht zu hoch berichtete Emissionen von Kältemitteln überhaupt, sondern nur von HFKW-Kältemitteln.

Der internationalen Emissionsberichterstattung unterliegen nur die chlorfreien fluorierten Treibhausgase. Wir sind bisher davon ausgegangen, dass R22 bis 2008 vollständig substituiert ist. Dies ist aber offensichtlich nicht in dem erwarteten Tempo geschehen. Wir haben deshalb (und damit das im ZSE hinterlegte Modell) bisher die Bestandsemissionen aus Gewerbe- und Industriekälte zu hoch veranschlagt, und zwar sowohl in metrischen Einheiten als auch – noch mehr - in CO_2-Äquivalenten. Der Hauptmangel der Modelle besteht darin, das Tempo der R-22-Substitution durch HFKW überschätzt zu haben. Zwar wird sich das Problem mit dem bevorstehenden Nachfüllverbot für (frisches) R-22 bald von selbst lösen. Aber für die bisherigen Berichtsjahre (einschließlich 2008) halten wir eine Korrektur für angebracht.

Voraussetzung einer Korrektur der Modelle ist allerdings eine bessere Kenntnis der wirklichen Emissionen. Eine derartige Überprüfung muss in Zusammenarbeit mit den Experten des Statistischen Bundesamts erfolgen. Sie kann im Rahmen dieser Studie nicht geleistet werden.

Wie können hier nur vorläufig feststellen, dass die von uns für 2007 abgeschätzten Bestandsemissionen reiner HFKW aus der stationären Kälte-Klimatechnik wahrscheinlich um mindestens 175 metrische Tonnen oder ca. 700 kt CO_2-

8 In den neuen IPCC-Guidelines von 2006 wurde für die Emissionen zwischen der letzten Nachfüllung und der Außerbetriebnahme der Begriff "final use emissions" eingeführt – allerdings bisher nur für SF_6–Emissionen aus elektrischen Schaltanlagen.

Äquivalente[9] überhöht sind. Die HFKW-Gesamtemissionen (aus Bestand und Entsorgung) des Sektors beliefen sich folglich nicht auf die in den Tabellen 3 und 4 enthaltenen 2081 t (5133 kt CO_2-Äquivalente), sondern nur auf etwa 1900 t (4500 kt CO_2-Äquivalente).

Eine solche Differenz dürfte auch für das Berichtsjahr 2008 auftreten.

Fazit: Bei den Bestandsemissionen des Jahres 2007 sind die Modellwerte nach metrischen Tonnen schätzungsweise um 11% zu hoch (175 zu 1526 t), nach klimawirksamen Emissionen sogar um 18% (700 zu 3800 kt CO_2-Ääquivalente).

Da sich beide Werte aber im Rahmen der Unsicherheitsbestimmung des ZSE (± 25%) bewegen, halten wir die Verwendung der Modellwerte für die laufende Berichterstattung für gerechtfertigt. Sie sollten aber bis zur umfassenden Modellanpassung mit Vorbehalt aufgenommen werden.

[9] Aufgrund der Überrepräsentation von R404A/R507 im Modell ist die Differenz zwischen den klimawirksamen Emissionen höher als zwischen den Emissionen in metrischen Einheiten.

2. Mobile Klima- und Kältetechnik

Die Emissionen von HFKW aus dem Sektor der mobilen Klima- und Kältetechnik werden zu über 80% durch Pkw-Klimaanlagen verursacht. Hier scheint bei den jährlichen Neuzulassungen klimatisierter Fahrzeuge mittlerweile Sättigung eingetreten zu sein. Wie 2006 und 2007 betrug im Jahr 2008 die Ausrüstungsquote mit Klimaanlagen (Klimaquote) 96% (98% bei deutschen, 92% bei ausländischen Marken). Sie lag 1995 erst bei 25%. Es dürfte noch bis 2017 dauern, bis der gesamte Pkw-Bestand das Sättigungsniveau erreicht hat, weil erst dann die älteren Zulassungsjahrgänge mit niedrigen Klimaquoten ausgeschieden sein werden. Derzeit beträgt die Klimaquote des Fahrzeugbestands ca. 73%. Die Bestandsemissionen steigen bis 2017 - wenn man die Wirkung der EU-Gesetzgebung ausklammert – noch um 33%[10]. Zugleich werden sich die Entsorgungsemissionen verdoppeln, von 354 t (2008) auf über 625 t (2017). Hier ist anzumerken, dass wir diese Verschrottungsemissionen für alle ausscheidenden Fahrzeuge berechnen, die seit 1992 in Deutschland neu zugelassen wurden, auch wenn die wirkliche Außerbetriebnahme wegen des hohen Gebrauchtwagenexports in großem Maße im Ausland stattfindet. Als Emissionsrate der Entsorgung nehmen wir 30% an (= 70% Rückgewinnungsrate), was sicher eine niedrige Schätzung ist.

Für den Emissionsverlauf nach 2011/2017 wird die EU-Richtlinie über den Ausstieg von HFKW-134a aus Autoklimaanlagen bestimmend. Spätestens nach 2017 dürfen neue Pkw in der EU nicht mehr mit HFKW-134a klimatisiert werden. Ob es zu einer Lösung durch das Kältemittel CO_2 kommt oder durch HFKW mit GWP unter 150 (HFKW-134a hat ein GWP von 1300), ist auch gegenwärtig (Ende 2009) noch nicht endgültig entschieden, obwohl sich die deutsche Automobilindustrie mehrfach 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 Ersatz von HFKW-134a in bestehenden Pkw vorgeschrieben wird).

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. Bei schweren Lkw (> 7,5 t Nutzlast) ist die Klimaquote 2008 erstmals zurückgegangen (von 92 auf 85%).

Bis auch der HFKW-Bestand und die damit verbundenen Emissionen ihren Höhepunkt erreicht haben, werden noch mehr als zehn Jahre Emissionswachstum vergehen. Bei unveränderten gesetzlichen Rahmenbedingungen werden die Emissionen um das Jahr 2018 um etwa 40% höher als 2008 sein. Zu Bestandsemissionen kommen bis 2018 zunehmend Emissionen bei Außerbetriebnahme der Fahrzeuge hinzu (Emissionsrate 30%).

Die Lage bei mobilen Kälteanlagen (Kühlfahrzeuge) ist derjenigen bei stationären Systemen ähnlich, allein schon wegen der Vielfalt der verwendeten HFKW-Typen. Unterschiedliche Ausstattungsquoten mit Kältesystemen sind nicht zu

---

[10] Die Emissionen steigen nicht proportional zum klimatisierten Fahrzeugbestand, weil die Füllmengen der Anlagen gesunken sind. 1995 betrug die mittlere Kältemittelmenge 876 g; sie lag 2008 (wie 2007) bei 625g.

berücksichtigen, weil alle Kühlfahrzeuge definitionsgemäß eine Kälteanlage haben. Auch hier wird gegenwärtig immer noch R-22 abgelöst. Wegen des starken Zugangs an neuen Fahrzeugen in den letzten Jahren werden der HFKW-Bestand und damit die Emissionen noch bis etwa 2017 zunehmen, um 10 bis 20%. Wir nehmen bis auf weiteres keine Reduzierung der Emissionsraten und der spezifischen Kältemittelfüllmengen an. Die Bestandsemissionen werden für leichte Kühlfahrzeuge mit Dachanlage und Füllmengen unter 2 kg (Vans) auf 30% geschätzt, für alle anderen Fahrzeuge auf 15%. Der gesamte Fahrzeugbestand umfasst gegenwärtig etwa 100.000 Stück.

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 höchsten Emissionen. Die Menge des HFKW-134a, der bei der Herstellung zu ca. 30% in die Atmosphäre entweicht, ist bis 2008 allerdings stark zurückgegangen. 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), ist seit 2001 noch stärker gesunken. Aufgrund des niedrigeren GWP von HFKW-152a (140) schlägt sich dieser Rückgang aber nur gering in den klimawirksamen HFKW-Emissionen des Sektors nieder.

Für PU-Hartschaum werden seit 2002 die flüssigen HFKW-365mfc und HFKW-245fa eingesetzt. Gemessen an den 1990er Jahren ist der Verbrauch fluorierter Treibmittel gering, weil die potenziellen Anwender nach sukzessiven Verboten von FCKW und HFCKW nur in wenigen Teilbereichen bei halogenierten Treibmitteln geblieben sind, sondern auf Kohlenwasserstoffe umgestellt haben. HFKW werden vor allem dort benutzt, wo schwere Entflammbarkeit der Treibmittel gefordert wird, wie bei der offenen Anwendung Spritzschaum. Der jährliche Verbrauch für die beiden (wegen Vertraulichkeitszusage zusammen berichteten) HFKW liegt relativ konstant bei 250 t für PU-Dämmsysteme (Emissionsrate 15% bei Herstellung), sowie weiteren 50 t für Integralschaum (100% Emissionsrate bei Herstellung). Die Emissionen beider HFKW liegen bei 100 t/a. Dazu kommen noch ca. 70 t des HFKW-134a, der zur Herstellung von Integralschaum eingesetzt wird (Emissionsrate 100%).

Die Emissionen aus der Anwendung von PU-Montageschaum, der bis 2000 größten einzelnen Emissionsquelle von HFKW in Deutschland überhaupt, hatten sich 2007 nicht im erwarteten Tempo vermindert. Es war gegenüber 2006 und 2005 sogar zu einem Wiederanstieg des inländischen Verbrauchs (identisch mit Emissionen) gekommen. Als Ursache war Abverkauf und Lageräumung im Vorfeld des Einsatzverbots ab Juli 2008 genannt worden. Im Jahr 2008 sind die HFKW-Emissionen aus der inländischen Verwendung des Dosenschaums gegenüber dem Vorjahr tatsächlich deutlich zurückgegangen – von 470 auf 220 t.

Wegen neuer Erkenntnisse aus einem vom Umweltbundesamt in Auftrag gegebenem Gutachten über PU-Montageschäume[11] wurde der Emissionsfaktor der Produktion für HFKW-134a und HFKW-152a rückwirkend für die Jahre ab 2003 von 1 g/Stk. auf 0,5 g/Stk. geändert. Außerdem wurde die Produktion von PU-Montageschaumdosen mit HFKW-152a in Deutschland bereits im Jahr 2005

[11] http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql_medien.php?anfrage=Kennummer&Suchwort=3830

eingestellt, nicht wie vorher berichtet im Jahr 2006. Hingegen war die Anzahl der produzierten PU-Montageschaumdosen mit HFKW-134a im Jahr 2006 und 2007 größer als zuvor berichtet. Auch bei den bei der Produktion der PU-Montageschaumdosen eingesetzten HFKW-Mengen ergaben sich Änderungen. Aus den genannten Gründen war eine Rekalkulation aller die Produktion von PU-Montageschaumdosen betreffenden Zeitreihen erforderlich. Die Rückrechnungen führten zu den in Tabelle 7 aufgeführten Änderungen.

Tab. 7: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Änderungen der Aktivitätsraten (AR), Emissionen (EM) und Emissionsfaktoren (EF) in der Produktion von PU-Montageschaum mit HFKW-134a und HFKW-152a

	Einheit	2003	2004	2005	2006	2007
AR Produktion HFKW-134a (NIR 2009)	t	424,6	117,4	90,0	92,7	46,3
AR Produktion HFKW-134a (NIR 2010)	t	1050,0	284,0	240,0	189,0	170,0
Abweichung	t	+ 625,4	+ 166,6	+ 150,0	+ 96,4	+ 123,7
AR Produktion HFKW-152a (NIR 2009)	t	529,6	176,2	60,0		
AR Produktion HFKW-152a (NIR 2010)	t	200,0	100,0	0		
Abweichung	t	- 329,6	- 76,2	- 60,0		
EF Produktion (NIR 2009)	g/Dose	1	1	1	1	1
EF Produktion (NIR 2010)	g/Dose	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Abweichung	g/Dose	- 0,5	- 0,5	- 0,5	- 0,5	- 0,5
EM Produktion HFKW-134a (NIR 2009)	t	11,6	3,2	3,0	3,5	1,8
EM Produktion HFKW-134a (NIR 2010)	t	10,9	3,0	2,5	2,1	2,0
Abweichung	t	- 0,7	- 0,2	- 0,5	- 1,4	+ 0,3
EM Produktion HFKW-152a (NIR 2009)	t	14,4	4,8	2,0		
EM Produktion HFKW-152a (NIR 2010)	t	2,1	1,0	0		
Abweichung	t	- 12,4	- 3,8	- 2,0		

Die EU F-Gase-Verordnung (Verordnung [EG] Nr. 842/2006) sieht das Verkaufsverbot für Montageschaum mit dem Treibmittel HFKW-134a ab Juli 2008 bis auf einen geringen Rest vor, der zur Einhaltung nationaler Sicherheitsnormen erforderlich ist[1] (Bergbau). Alle Abfüller, die den deutschen Markt beliefern, erfüllen inzwischen mit brennbaren Treibmitteln, die noch vor 10 Jahren als zu gefährlich

[12] Aus dem Verordnungstext ergibt sich nur ein Verbot für Treibmittelgemische (Zubereitungen) mit einem GWP über 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.

galten, die in Deutschland geforderte Baustoff-Brandklasse B 2 für ihre gesamte Produktpalette[13.]

4. Dosieraerosole, andere Aerosole und Lösemittel

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

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

Das Inverkehrbringen von HFKW-haltigen Novelties ist ab dem 4. Juli 2009 durch die EU F-Gase-Verordnung verboten. Im Vorgriff darauf nahm 2007 die Verwendung dieser (ausschließlich importierten) Sprays erstmals kräftig ab – von 80 t auf etwa 40 t - und ist 2008 weiter auf etwa 25 t (HFKW-134a) gesunken. 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 eingebüßt zu haben. Vermehrt konnte HFKW-Ersatz durch brennbare Treibmittel festgestellt werden. Die HFKW-Mengen gingen seit 2004 von 170 auf 120 t zurück.

Allerdings blieb auch 2008 die HFKW-Menge für den größten Einzelposten der "anderen" Aerosole unverändert hoch: etwa 30 t (2007: 45 t) für ein so genanntes Haushaltsspray gegen Rohrverstopfung. Für diesen Rohrreiniger wird HFKW-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 in industriellen Oberflächenreinigungsanlagen 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.

---

[13] Zu Einzelheiten der Umstellung auf brennbare Treibmittel sowie zu den aus Sicherheitsgründen noch erlaubten HFKW-Restmengen siehe das Gutachten für das Umweltbundesamt (FKZ 363 01 196) „HFKW-haltige Treibgase in PU-Montageschaum. Bewertung der Emissionsreduktions-potenziale von Montageschäumen im Hinblick auf eine Konkretisierung der Regelungen nach §9(1) der Verordnung (EG) 842/2006“. Verfasser: Öko-Recherche. Dessau, Januar 2009.

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. Für den Brandschutz von EDV-Räumen werden meistens andere Löschmittel eingesetzt. Allerdings hat 2008 der inländische Neuverbrauch des bedeutendsten HFKW-Löschmittels 227ea wieder zugenommen, von 9,4 t (2007) auf 15,4 t (2008). Damit ist der jahrelange Abwärtstrend bei diesem Löschmittel einstweilen gestoppt. Im Jahr 2000 war aber noch die fünffache Menge davon im Inland verkauft worden. Die jährlichen Emissionen durch Löschen, Schwund und Fehlalarm zusammen betragen etwa 1% des Bestands. Im Jahr 2008 nahm auch das für mobile Systeme (vor allem bei der Bundeswehr) verwendete Löschmittel HFKW-236fa sprunghaft im Verbrauch zu – von 3,5 auf 12 t. Ob es sich dabei um einen einmaligen Fall handelt oder um einen Trend, ist gegenwärtig noch nicht feststellbar.

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 hatten sich 2007 gegenüber 2004 halbiert (von 74 auf 38 t). Die Hauptursache dafür lag in der HFKW-Herstellung. Der Betreiber der Produktionsanlagen von HFKW, die Solvay Fluor & Derivate GmbH, hatte neue Messungen der Produktionsverluste durchgeführt und konnte daraufhin die bisherige Emissionsrate reduzieren.

Im Jahr 2008 verringerten sich HFKW-Emissionen gegenüber dem Vorjahr nur im Halbleitersektor, während die HFKW-Schutzgasanwendung in Magnesiumgießereien deutlich zunahm. Der Einsatz von HFKW ist hier politisch gewollt. HFKW-134a löst SF_6 als Schutzgas ab, das seit 1.1.2008 in Druckgießereien mit jährlichem Verbrauch über 850 kg verboten. Die technischen Umstellungsprobleme, die bei den vier betroffenen deutschen Betrieben aufgetreten waren, sind rechtzeitig gelöst worden. Anzumerken ist, dass wir bei der Emissionsabschätzung keine Zersetzung des Schutzgases über der heißen Metallschmelze berücksichtigen, sondern Verbrauch und Emission gleichsetzen. Obwohl eine Zersetzung unbestreitbar stattfindet, haben die neuen IPCC-Guidelines von 2006 auf Standardwerte für den Emissionsfaktor verzichtet, weil der effektive Grad der Zersetzung von vielen Umständen abhängt wie Temperatur, Konzentration, Massenfluss, eingesetztem Trägergas usw.

2. FKW 1995-2008

Die Emissionen von FKW nehmen seit 1995 stetig ab. Die Tabellen 8 und 9 zeigen: Insgesamt betragen die FKW-Emissionen von 2008 weniger als 30% des Jahres 1995. Sie sind von 256 auf 75 t gesunken, bzw. von 1,75 auf 0,53 Mio. t CO_2-Äquivalente. Allerdings hat sich der Rückgang im Jahr 2008 nicht fortgesetzt. Weniger Emissionen aus der Halbleiterfertigung wurden durch mehr Emissionen aus der Aluminiumelektrolyse kompensiert.

Tab. 8 Entwicklung der FKW-Emissionen [t] 1995-2008

	1995	**2000**	**2004**	**2007**	**2008**
Aluminiumproduktion	230	53	66	29	37
Halbleiterherstellung	23	43	33	24	18
Leiterplattenfertigung	2	2	2	2	2
Kältemittel	1,2	11,1	14,8	17	16,8
Sportschuhe				2,8	1,4
Insgesamt	**256**	**109**	**116**	**74**	**75**

Tab. 9 Entwicklung der FKW-Emissionen [Mio. t CO_2-Äquivalente] 1995-2008

	1995	**2000**	**2004**	**2007**	**2008**
Aluminiumproduktion	1,552	0,356	0,446	0,193	0,247
Halbleiterherstellung	0,177	0,333	0,254	0,177	0,137
Leiterplattenfertigung	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
Kältemittel	0,008	0,08	0,107	0,125	0,124
Sportschuhe				0,02	0,010
Insgesamt	**1,75**	**0,781**	**0,82**	**0,528**	**0,531**

1. Primäraluminium

Die Hersteller von Primäraluminium hatten 1997 eine Selbstverpflichtung abgeschlossen, die die Senkung der Emissionen unter das Ausgangsjahr 1995 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. Obwohl die Produktionskapazität bis 2005 konstant gehalten wurde, gingen die FKW-Emissionen in diesem Zeitraum von 230 (1995) auf 50 t/a zurück.

Im Jahr 2007 erreichten die Emissionen ihren bisherigen Tiefstand, nachdem eine der Hütten stillgelegt worden war und eine weitere nur ein halbes Jahr lang produzierte. Im Jahr 2008 waren es wieder alle vier Hütten, die Primäraluminium herstellten. Daher nahmen die bei der Elektrolyse entstehenden Emissionen von FKW (CF_4 und C_2F_6) gegenüber 2007 wieder zu. Sie bewegen sich mit 37 t aber immer noch auf historisch niedrigem Niveau.

2. Halbleiterindustrie

Auch die Halbleiterhersteller haben eine Selbstverpflichtung abgeschlossen (2001), der zufolge trotz erheblicher Produktionssteigerung die Emissionen bis 2010 um 8%

unter das Niveau des Bezugsjahres 1995 gesenkt werden sollen. Bis 2000 stiegen die Emissionen weiter an, weisen aber seitdem eine fallende Tendenz auf. Der Branche gelang im Jahr 2008 eine Absenkung der Emissionen um 25% gegenüber dem Vorjahr auf nur noch 18 t, wodurch das 1995er Niveau erstmals unterschritten wurde. Hier ist anzumerken, dass die zwei ebenfalls in der Halbleiterproduktion eingesetzten Gase SF_6 und HFKW-23 in der Tabelle fehlen, weil wir sie an anderer Stelle einordnen.

3. Kältemittel

Emissionen von FKW-Kältemitteln stammen überwiegend 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 (C_3F_8). Emissionen entstehen heute hauptsächlich bei der Außerbetriebnahme jener alten Anlagen. FKW-218 ist aber auch Bestandteil zweier Service-Kältemittel (R-413A und MO 89), die noch gegenwärtig als Ersatz für R-22 verwendet werden. Sie werden auch künftig Bestandsemissionen erzeugen, ebenso wie der FKW-116 (C_2F_6), der zusammen mit HFKW-23 Bestandteil des in kleinen Mengen verwendeten Tieftemperatur-Kältemittelgemischs R-508A/R-508B ist.

4. Sportschuhe

In bestimmten Sportschuhen, die früher SF_6 in den Sohlen enthielten, wurde zwischen 2004 und 2006 der FKW-218 als Ersatzgas eingesetzt. Die ersten Emissionen aus der Entsorgung solcher Schuhe traten 2007 ein, da eine durchschnittliche (emissionsfreie) Nutzungsdauer von drei Jahren angenommen wird.

3. SF_6 1995-2008

SF_6-Emissionen sind im Zeitraum 1995 bis 2008 von 303 auf 249 t gesunken, was in CO_2-Äquivalenten einen Rückgang von 7,2 auf 5,9 Mio. t ausmacht. Bei näherer Betrachtung der Tabellen 10 und 11 zeigt sich, 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. Einer (noch nicht abgeschlossenen) EU-Studie zufolge kann in diesem Sektor aber die bisher praktizierte Gleichsetzung von Verbrauch mit Emissionen (Emissionsfaktor 100%) aufgehoben werden, weil neue Messungen vorliegen, die ein hohes Maß an Zersetzung des Gases in der Metallschmelze belegen. Vorläufig rechnen wir in dieser Studie noch mit unverändertem Emissionsfaktor. Die fällige Anpassung sollte im nächsten Jahr durchgeführt werden.

Tab. 10 Entwicklung der SF_6-Emissionen [t] 1995-2008

	1995	**2000**	**2004**	**2007**	**2008**
Autoreifen	110	50	4	2,1	1,1
Schallschutzscheiben	107,9	51,7	53,4	65,4	71,2
Elektr. Schaltanlagen	27,3	16,9	16,3	15,8	14,0
T&D Bauteile	16,7	26,6	16	9,9	8,7
Teilchenbeschleuniger	4,5	5	4,9	4,9	4,9
Magnesiumguss	7,8	13,4	24,9	15,2	7,3
Alu-Guss/Spurengas	1	14,5	46,1	83,6	100,2
Sohlen/Radar/Schweißen	18,5	23,3	10,8	8,5	7,3
Photovoltaik	0	0	0,6	12,5	24,0
Opt. Fasern			0,9	7,8	5,3
Sonstiges einschl. Halblt.	9	11,4	13,4	5,9	4,9
Insgesamt	**303**	**213**	**191**	**231**	**249**

Tab. 11 Entwicklung der SF_6-Emissionen [Mio t CO_2-Äquivalente] 1995-2008

	1995	**2000**	**2004**	**2007**	**2008**
Autoreifen	2,629	1,195	0,096	0,05	0,026
Schallschutzscheiben	2,578	1,236	1,275	1,563	1,703
Elektr. Schaltanlagen	0,654	0,403	0,389	0,377	0,334
T&D Bauteile	0,4	0,636	0,383	0,236	0,207
Teilchenbeschleuniger	0,108	0,12	0,117	0,118	0,118
Magnesiumguss	0,188	0,32	0,594	0,362	0,175
Alu-Guss/Spurengas	0,024	0,347	1,102	1,997	2,394
Sohlen/Radar/Schweißen	0,442	0,557	0,258	0,204	0,173
Photovoltaik	0	0	0,014	0,299	0,573
Opt. Fasern			0,022	0,186	0,127
Sonstiges einschl. Halbl.	0,216	0,271	0,319	0,141	0,117
Insgesamt	**7,237**	**5,086**	**4,569**	**5,533**	**5,948**

Für die Emissionsabschätzung kann seit dem Berichtsjahr 2006 das Umweltstatistikgesetz genutzt werden. Seit 2007 führt das Statistische Bundesamt jährlich die "Erhebung bestimmter klimawirksamer Stoffe: Schwefelhexafluorid" bei den inländischen Gasehändlern nach deren Abnehmergruppen durch. Die Verbrauchsmengen der Gruppen Schallschutzscheiben, Autoreifen (Kfz-Werkstätten), Flugbetrieb (Radar), Magnesiumguss, Sekundäraluminium, Solartechnik und opt. Glasfasern werden so mit hoher Datensicherheit erfasst.

1. Autoreifen

Seit Mitte der 90er Jahre ist die Anwendung von SF_6 zur Befüllung von Autoreifen rückläufig. Als Folge erfolgreicher Umweltaufklärung war der Verbrauch von über 100 t auf 0,6 t (2007) zurückgegangen. Trotz des Verbots dieser Anwendung durch die EU F-Gase Verordnung ab 4. Juli 2007 haben Kfz-Werkstätten im Jahr 2008 immer noch 0,45 t auf Kundenwunsch in Reifen gefüllt. Emissionen entstehen drei Jahre nach Befüllung bei der Demontage der Reifen. Im Jahr 2008 betrugen sie 1,1 t (= Verbrauch des Jahres 2005.

2. Schallschutzscheiben

Ab Juli 2007 war das Inverkehrbringen von SF_6-haltigen Schallschutzscheiben für Wohnhäuser verboten, ein Jahr später auch für "sonstige Fenster". Der jährliche Neuverbrauch von SF_6 (in den Tabellen nicht gesondert ausgewiesen) betrug im Jahr 2008 noch 7 t, was gegenüber 1995 nur noch 2,5% (7 t zu 275 t) sind. Wie bereits in der Einleitung bemerkt, vermuten wir hinter den SF_6-Käufen der Hersteller von Schallschutzscheiben nicht nur die noch erlaubte Verwendung für Fenster in Nicht-Wohngebäuden, sondern auch eine gewisse Vorratsbildung für die Zeit nach dem Verbot. 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. Dieser Anstieg ist vom heutigen Stand der Technik aus gesehen nicht zu verhindern.

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 und zugleich stetig wachsenden SF_6-Verbrauch (541 t in 2006, 677 t in 2007, 832 t in 2008). Die große Mehrheit der produzierten Anlagen wird exportiert. Inländische Emissionen entstehen bei der Herstellung, im Betrieb und bei Außerbetriebnahme. Trotz des Anstiegs von Neuverbrauch und Bestand gehen die Gesamtemissionen seit 1995 zurück, und zwar von über 27 t in 1995 bis auf 14,0 t in 2008. Der Rückgang der reinen Herstellungsemissionen auf 6,3 t (gegenüber 7,6 t in 2007) ist umso bemerkenswerter, als infolge der guten Konjunktur der Neuverbrauch der Herstellerbetriebe um über 20% zunahm. 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 unter dieser Menge bleiben.

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 die ersten beiden Berichtsjahre nach unserer Auffassung 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 2007 nur noch 9,9 t Emissionen entstanden, die in 2008 erneut gesenkt werden konnten (auf 8,7 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. Die Emissionsrate für den Bestand liegt bei 6%. Große Neubauten fanden 2008 nicht statt, ebenso wenig wie große Außerbetriebnahmen. Ein leichter Zuwachs bei Bestand und Emissionen erfolgt durch medizinische Geräte der Strahlentherapie, deren mittlere Füllmengen mit 0,5 kg allerdings klein sind.

6. Magnesium-Gießereien

Die EU F-Gase-Verordnung hat ab 1.1. 2008 die Anwendung von SF_6 als Schutzgas in Magnesium-Druckgießereien mit mehr als 850 kg SF_6-Jahresverbrauch verboten. Die vom Verbot betroffenen vier deutschen Betriebe haben auf den HFKW-134a umgestellt, der, gemessen an SF_6, als klimaschonendere Alternative gilt. Im Berichtsjahr 2008 haben zwei der großen Gießereien in den ersten beiden Monaten SF_6 eingesetzt, weil es noch technische Probleme zu lösen galt. Seit März 2008 setzen nur noch die neun kleineren Druckgießereien mit jährlichem Schutzgasverbrauch unter 850 kg sowie eine Sandgießerei SF_6 ein. Der Gesamtverbrauch ist dadurch auf 7,3 t (2007: 15,1 t) zurückgegangen. Für 2009 erwarten wir eine weitere Senkung unter 4 t. (Die anstelle von SF_6 verwendeten Mengen von HFKW-134a werden im HFKW-Abschnitt behandelt.)

7. Aluminiumguss und Spurengas

Hauptverbraucher ist die Aluminiumindustrie, und zwar nicht die Herstellung von Primäraluminium, sondern die Produktion einer bestimmten Aluminiumlegierung für die Automobilindustrie. SF_6 wird nicht als Schutzgas eingesetzt, sondern wird als Entgasungsmittel unverdünnt durch die heiße Schmelze geleitet, um Verunreinigungen daraus zu entfernen, insbesondere Wasserstoff. Seit 1998 werden zur Produktion von Aluminiumlegierungen wachsende SF_6–Mengen eingesetzt, obwohl dieses Gas zugunsten von Inertgasen wie Argon aus der Anwendung in Deutschland bereits verschwunden war. Die Einsatzmenge, die bisher der Emissionsmenge gleichgesetzt wurde, weil die Richtlinien des IPCC keine Anhaltspunkte für die Emissionsrate geben, ist auch 2008 weiter gestiegen – auf mittlerweile 100 t.

Von Anwenderseite wird SF_6 für unverzichtbar erklärt, um die gewünschten Materialeigenschaften zu erzielen. Auf Initiative des Umweltbundesamts durchgeführte neue Abgasmessungen, deren Ergebnisse im September 2009 ausgewertet werden konnten, legen eine 97-99-prozentige chemische Zersetzung des SF_6-Gases in der ca. 700°C heißen Schmelze nahe.

Da die Messergebnisse nicht rechtzeitig für das Berichtsjahr vorlagen, rechnen wir in dieser Studie noch mit unverändertem Emissionsfaktor (100%). Die fällige Anpassung wird im nächsten Jahr durchgeführt, und zwar rückwirkend für alle Einsatzjahre seit 1998.

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 verloren.

8. Sportschuhsohlen, AWACS-Radar, Schweißen

Die Emissionen der drei Anwendungen Sportschuhe, Radar und Schweißtechnik werden hier zusammengefasst. Sie sind seit 2000 kontinuierlich gefallen, von 23,3 t auf 7,3 t (2008). 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 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.

Bei der Anwendung Schweißtechnik kommt es zu Schwankungen im Verbrauch, die mit der Automobilkonjunktur zusammenhängen dürften, weil der Anwender Zulieferer der Autoindustrie ist. 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

Bei der so genannten Silizium-Dünnschichttechnologie werden entweder SF_6 oder NF_3[14] zur Reinigung der Reaktionskammern von überschüssigem Silizium eingesetzt. Dieses - kostengünstige - Verfahren wurde viele Jahre nur für kleine Serien angewendet, wird aber seit 2007 in großem Maßstab betrieben. Demzufolge stieg der SF_6-Verbrauch, der bis 2006 pro Jahr rund 2 t betrug, im Jahr 2007 sprunghaft auf 25 t und in 2008 auf 48 t[15] an.

Die Kleinserienproduktion vor 2007 fand nachweislich ohne Abgasbehandlung statt, so dass wir dafür in Anlehnung an die IPCC-Richtlinien von 2006 einen Emissionsfaktor von 0,5 (Anteil unzersetzten SF_6-Abgases an der Zufuhr)

---

[14] NF_3 wird seit 2007 in neuen Produktionsanlagen an Stelle von SF_6 eingesetzt. NF_3 unterliegt noch nicht der Berichtspflicht für fluorierte Treibhausgase und wird in dieser Studie nicht erfasst.

[15] Diese Menge wurde vom Statistischen Bundesamt erhoben.

verwendeten. Dieser Emissionsfaktor wurde von uns für 2007 und 2008 beibehalten. Einem gegenwärtig noch nicht abgeschlossenen Gutachten für das Umweltbundesamt[16] zufolge gingen die neuen Produktionsanlagen ab 2007 aber bereits mit Abgasbehandlung für SF_6 in Betrieb. In diesem Fall hätten wir die SF_6-Emissionen aus der Solarindustrie in beiden Berichtsjahren stark überschätzt, für 2008 möglicherweise um 20 t.

Nach Abschluss der genannten Studie sind im nächsten Jahr die Emissionswerte zu korrigieren.

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 und betrug 7,6 t in 2008. Die entsprechenden Emissionen beliefen sich im Jahr 2008 auf 5,3 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. Die Halbleiterindustrie meldete für 2008 einen beträchtlichen Rückgang gegenüber dem Vorjahr. Auch der einzige SF_6-Hersteller, die Solvay Fluor und Derivate GmbH, konnte die Produktionsverluste nach eigenen Angaben weiter reduzieren.

[16] Inventarverbesserung 2008 – Verbesserung und Ergänzung der Daten für die nationale Emissionsberichterstattung gemäß Klimarahmenkonvention in der Quellgruppe Photovoltaik (2.F.8.h). FKZ 360 16 027.

II. Nachweise für die Emissionsabschätzung 2008

In diesem Teil des Berichts werden die Erhebungsnachweise für das Berichtsjahr 2008 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, Kraftfahrzeuganhängern zur Lastenbeförderung nach zulässiger Gesamtmasse im Jahr 2008 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 13.08.09.
Thomas Borgert, m-tec (mobile Technik & mobiler Service), Ibbenbüren, Mitteilung 18.08.09.
UNEP, Report of the Refrigeration, Air conditioning, and Heat Pumps Technical Options Committee, 2006 Assessment, Nairobi, January 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.
BIPRO: Study on the potential applications of Art. 3 and 4(1) of Regulation (EC) No 842/2006 on certain fluorinated greenhouse gases to air conditioning and refrigeration systems contained in different transport modes, prepared for the European Commission, 070307/2007/483336/MAR/C4, December 2008.

Kühlcontainer (2.F.1)

World Cargo News, Reefer demand cooling down. Published November 2008. http://www.worldcargonews.com/htm/nf20071230.593642.htm.

Wärmepumpen (2.F.1)

Bundesverband WärmePumpe (BWP) e. V., Boom bei Wärmepumpen. Absatz ein Drittel höher als im Vorjahr - Über 60.000 verkaufte Wärmepumpen - Luft-Wärmepumpen legen über 50 Prozent zu. 28.1. 2009. http://www.waermepumpe.de/fileadmin/grafik/pdf/2009-01-28_PI-Absatzzahlen_Final.pdf.
Stiftung Warentest, Mit Strom Wärme pumpen, im Test: Acht Elektro-Wärmepumpen, Typ: Sole/Wasser mit Erdreich als Wärmequelle, test 06/2007.
Glen Dimplex Deutschland GmbH, 95326 Kulmbach, 09221-709-201. Tino Bär (Produktmanagement), Mitt. an Öko-Recherche, 12.08.09.

Haushaltskühlgeräte (2.F.1)

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

Zentrale Klimaanlagen (2.F.1)

Matthias May, Carrier (Büro Frankfurt), 089-32154-0, Mitteilung 11.08.09.

Raumklimageräte (2.F.1)

cci 08/2009: Raumklima im Rückwärtsgang. Spürbarer Abwärtstrend im europäischen Raumklimamarkt.
JARN – Japan Air Conditioning, Heating & Refrigeration News, Tokyo 107-0052, Special Edition "World Air Conditioner Market", 25 May 2009.
Stiftung Warentest: Die Klimamacher (Klimageräte im Vergleich), in: test 6/2008, 64-69.

Industriekälte und Gewerbekälte (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.

Zur Kontrolle der 2007-er Daten wurde die HFKW-FKW-Erhebung des Statistischen Bundesamts nach UStatG für das Jahr 2007 herangezogen. Siehe: Statistisches Bundesamt Wiesbaden, Erhebung bestimmter klimawirksamer Stoffe, Ergebnisbericht 2007 in der Reihe Umwelt, erschienen am 14. Januar 2009. Dort wird auch die Verwendung als Kältemittel erfasst, und zwar einmal nach Stoffgruppen (HFKW-Typen, Blends) ohne Wirtschaftszweiggliederung und einmal nach den acht wichtigsten Wirtschaftszweigen ohne Stoffgruppengliederung.
Aufgrund der dem Umweltbundesamt vertraulich gewährten Einsichtnahme in die Zwischenauswertung des Statistischen Bundesamts war es möglich, die Verwendung der Kältemittel sowohl nach Neufüllung, Umrüstung und Nachfüllung als auch nach sämtlichen Wirtschaftszweigen festzustellen.
Winfried Schwarz, Kontrolle der ZSE-Modelle für stationäre Kälte durch F-Gase-Erhebung nach UStatG, Präsentation für die UBA-Diskussion am 3. November 2009 in Dessau.

Pkw-Klimaanlagen (2.F.1)

Adam Opel AG, Rüsselsheim, 06142-7-0. Michael Taube (Produkt- & Lifestylekommunikation), 22.06.09.
Citroen Deutschland AG, Köln, 02203-44-0. Jörg Aßmann (2MK / PPM / Produktadministration), 17.07.09.
Renault Deutschland AG, Brühl, 02232-73-0. Uta Nolte (Koordinatorin Produktkommunikation), 13.08.09.
Fiat-Automobil AG, Frankfurt, 069-66988-0. Felix Müller (Presse und Öffentlichkeitsarbeit, Testwagen und Technik), 09.07.09.
Ford Werke AG, Köln, 0221-90-0. Hanns-Peter Bietenbeck (Senior Expert Legal Requirements - Environmental Regulations. Vehicle Environmental Engineering (VEE)), 01.07.09.
Honda Motor Europe (North) GmbH, Offenbach, 069-8309-0. Natalie Bruhne (Product & Marketing Planning), 08.07.09.
Hyundai Motor Deutschland GmbH, Neckarsulm, 07132-487-0. Dirk Bartkowiak (Koordinator Aftersales), 12.08.09.
Mazda Motors Deutschland, Leverkusen, 02173-943-0. Mattias Brieden (Produktreferent Mazda3, Mazda5, Produktmarketing), 03.07.09.
Peugeot Deutschland GmbH, Saarbrücken, 0681-879-0. Robert Hark (Koordinator Vertriebslogistik), 02.07.09.
Nissan Deutschland AG, Brühl, 02232-57-0. Michael Schweitzer (Neuwagenvertrieb Nissan), 02.06.09.
Skoda Deutschland, Weiterstadt, 06150-133-0. Eric Lehmann (Absatzplanung), 03.06.09.
Smart: Daimler AG, 70546 Stuttgart, 0711-17-0. Tanja Schulte-Holtey (Vertriebsplanung A/B-Klasse, smart), 03.06.09.
Subaru Deutschland GmbH, Friedberg, 06031-606-0. Michael Höckner, 27.05.09.

Suzuki International Europe GmbH, Bensheim, 06251-5700-0. He-Bong Park (Junior Productmanager), 08.06.09.
Toyota Deutschland, Köln, 02234-102-0. Michael Nordmann (Produktmarketing), 29.05.09.
Volkswagen AG, Wolfsburg, 05361-9-0. Dr. Michael Mrowietz (Umweltplanung Produktion/Standorte), 20.08.09.

Kraftfahrt-Bundesamt, Neuzulassungen von Personenkraftwagen im Dezember 2008 nach Marken und Modellreihen.
VDA (Verband der Automobilindustrie), Frankfurt, Analysen zur Automobilkonjunktur 2008, Januar 2009 (Tabellenteil).
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), 01.04.09.

Die Modellreihen von Audi, BMW, Daimler (Mercedes), Kia, Mitsubishi, Porsche, SEAT, Volvo, Saab wurden nicht erfragt wegen 100% Ausstattung mit Klimaanlagen.

Lkw-Klimaanlagen (2.F.1)

Kraftfahrt-Bundesamt, Statistische Mitteilungen, Fahrzeugzulassungen: Neuzulassungen, Motorisierung, Jahr 2008. Veröffentlicht im August 2009.
Kraftfahrt-Bundesamt, Zulassungen von fabrikneuen Kraftomnibussen, Lastkraftwagen, Zugmaschinen, sonstigen Kraftfahrzeugen, Kraftfahrzeuganhängern zur Lastenbeförderung nach zulässiger Gesamtmasse im Jahr 2008 in Deutschland (mitgeteilt durch den VDA, 13.08.09).
VDA (Verband der Automobilindustrie), Frankfurt, Analysen zur Automobilkonjunktur 2008, Januar 2009 (Tabellenteil).
Daimler AG (Nutzfahrzeuge). Jean-Pierre Pochic (Commercial Vehicles Division. Environmental Legislation), für die Modelle Actros, Axor und Atego, 04.08.09.
Daimler AG, Stuttgart, 0711-17-0. Anette Schäfer (VAN/VMP Secretary. Sales MB Vans Productmarketing & Accessories), 15.06.09.
Volkswagen AG, Werk Hannover, 0511-798-0. Stefan Schmitz (Vertrieb und Marketing VWN.Zentrale Absatzplanung, Mengenplanung Eigenschaften Robust PickUp) für die Modelle Transporter/Caravelle, Crafter, Caddy, 14.07.09.
Renault Deutschland AG, Brühl, 02232-73-0. Uta Nolte (Koordinatorin Produktkommunikation), Modelle Master und Kangoo, 13.08.09.
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, Motorisierung, Jahr 2008. Veröffentlicht im August 2009.
Kraftfahrt-Bundesamt, Zulassungen von fabrikneuen Kraftomnibussen, Lastkraftwagen, Zugmaschinen, sonstigen Kraftfahrzeugen, Kraftfahrzeuganhängern zur Lastenbeförderung nach zulässiger Gesamtmasse im Jahr 2008 in Deutschland (mitgeteilt durch den VDA), 13.08.09.
VDA (Verband der Automobilindustrie), Frankfurt, Analysen zur Automobilkonjunktur 2008, Januar 2009 (Tabellenteil).
EvoBus GmbH, Ulm, 0731-181-0. Alexander Zaiser (Abt. HSS-HU), 04.08.09.
MAN Nutzfahrzeuge AG, 80995 München, Dr. Jörg Kirsamer (Sales Order Management (SBO), Project Manager Middle East), Frank Seidel (Engineering Bus Equipment (EBE) Department Manager), 06.07.09.

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, Kraftfahrzeuganhängern zur Lastenbeförderung nach zulässiger Gesamtmasse im Jahr 2008 in Deutschland (mitgeteilt durch den VDA, 13.08.09).
Kraftfahrt-Bundesamt, Statistische Mitteilungen, Fahrzeugzulassungen: Neuzulassungen, Motorisierung, Jahr 2008. Veröffentlicht im August 2009.
VDMA Landtechnik, Abteilung Markt und Konjunktur, Wirtschaftsbericht Landtechnik 2009, Redaktion Gerd Wiesendorfer, Alexander Haus, Dagmar Häser, Frankfurt im Juni 2009.
Gerd Wiesendorfer (VDMA Landtechnik, Abteilung Markt und Konjunktur), Mitt. an Öko-Recherche, 13.08.09.
Waeco International GmbH, Emsdetten, 02572-879-0. Franz-Josef Esch (Leiter Technik Klima), Aufstellung der Kältemittel-Füllmengen der Klimaanlagen verschiedener Traktoren, Mähdrescher und Feldhäcksler, 29.04.09.
Zulassungen Traktoren Deutschland 2008 ab 50 PS: http://www.wirtz-landtechnik.de/presse/Zulassungen-DE-2008.pdf.

Schiffsklimaanlagen (2.F.1)

Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, Zentralstelle SUK/SEA, Zentrale Binnenschiffs-Bestandsdatei bei der WSD Südwest: Veränderungen des Schiffsbestandes der deutschen Binnenflotte im Jahr 2008, zugesandt von Melanie Weitz, WSD Südwest, Mainz, 06131 979-0, am 26.05.09.
Verband für Schiffbau und Meerestechnik e.V. (VSM), www.vsm.de, Hamburg, 040-280152-0. VSM-Jahresbericht 2008. Deutscher Seeschiffbau 2004-2008.
Ch. De Bilde (Verband Deutscher Reeder VDR), 20354 Hamburg, 040-35097-0, Übersicht der Schiffe unter deutscher Flagge nach Schiffstypen und Baujahr ab 1997, Stand 31.12.2008, Mitteilung. an Öko-Recherche, 19.08.09.
Alexander Cohr Pachal, Johnson Controls Inc., Aarhus, pers. comm. September 2009.
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.
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.
BIPRO: Study on the potential applications of Art. 3 and 4(1) of Regulation (EC) No 842/2006 on certain fluorinated greenhouse gases to air conditioning and refrigeration systems contained in different transport modes, prepared for the European Commission, 070307/2007/483336/MAR/C4, December 2008.

Schienenfahrzeugklimaanlagen (2.F.1)

Deutsche Bahn AG, Frankfurt am Main, Broschüren zum Bestand der Schienenfahrzeuge.
Eisenbahn-Kurier, Freiburg, verschiedene Ausgaben 2009.
Straßenbahn-Magazin, München, verschiedene Ausgaben 2009.
Lutz Boeck, Faiveley Transport Leipzig GmbH, Schkeuditz, pers. Mitt. 28.08.09.
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.
The Railfaneurope.net Stock Lists: Railway Operators in Germany http://www.railfaneurope.net.

Hartschaum (2.F.2)

PU-Hartschaum und Integralschaum (2.F.2)

Solvay Fluor & Derivate GmbH, Hannover, 0511-857-0.
Christoph Meurer (Manager Foam Blowing Agents), Mengenabschätzung für Solkane 365mfc. Vertrauliche Mitteilung an Öko-Recherche, 07.07.09.
Honeywell Fluorine Products Europe BV.
Tim Vink: Absatz 245fa 2008, vertrauliches Schreiben an Öko-Recherche, 03.07.09.

Montageschaum (2.F.2)

PDR Recycling GmbH + Co. Betriebs KG, Thurnau, 09228-950-0. Hans Taubenberger (GF) und Rebecca Hahn (Laborleiterin), 13.08.09; 19.08.09; 18.09.09.
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, Statistical Service, HFC and HCFC consumption data for production in Germany. Year 2008, Schreiben von Catherine Tuerlinckx (Statistician), 07.07.09.

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, Schreiben von Roland Küsters, Technischer Leiter IFP/head of technical department, Ratingen, 18.08.09.
Cornelia Elsner, Umweltbundesamt, FG III 1.4 (Stoffbezogene Produktfragen), 0340-2103-0, Dessau, Mitteilung über den Einsatz von HFKW-236fa und HFKW-23 in Deutschland, Mitteilung 06.11.09.

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, 18.08.09.

Allgemeine Aerosole (2.F.4)

Industriegemeinschaft Aerosole e.V. im VCI, Frankfurt am Main, Matthias Ibel (Geschäftsführer) 069-2556-0, Mitteilung, 19.08.09.
Tunap Industrie Chemie GmbH & Co Produktions KG, 09244 Lichtenau (Sachsen) Tel: 037208-82-0, Frau Hecker (Einkauf), Mitt. an Öko-Recherche, 17.08.09.
IG Sprühtechnik, Wehr, 07762-8007-0 (Klaus Broecker), Mitt. an Öko-Recherche, 24.08.09.
HAGO Dr. Schirm Chemotechnik, München, 089-897702-0, Walter Eissler, 18.08.09.

Novelties (2.F.4)

Fédération Européenne des Aérosols (FEA), Brussels, www.aerosol.org, Alain D'haese, Mitt. an ÖR, 16.07.09.
WECO Pyrotechnische Fabrik, Eitorf/Sieg, 02243-833-0, Erwin Lohmann, Mitt. an Öko-Recherche, 13.07.09.

Lösemittel (2.F.5)

Biesterfeld Chemiedistribution GmbH & Co. KG, Hamburg, 040-32208-0.
Klaus Weiner, Mitt. an Öko-Recherche, 13.07.09.

Halbleiterindustrie (2.F.6)

ZVEI, Fachverband Bauelemente der Elektronik (Dr. Marcus Dietrich/Dr. Rolf Winter): PFC-Emissionsdaten der deutschen Halbleiterindustrie. Freiwillige Meldung der PFC-Emissionen der Deutschen Halbleiterindustrie für 1995-2008, an BMU, UBA und BMWi, Stand 8. Mai 2009.
Statistisches Bundesamt Wiesbaden 2009, Erhebung des klimawirksamen Stoffes „Schwefelhexafluorid“. Ergebnisbericht 2008. Erschienen am 4. September 2009.

Leiterplattenfertigung (2.F.6)

Astrid Bösl, PVA Tepla AG, Feldkirchen, 089-90503-0, Mitteilung 18.08.09. www.pvatepla.com.
Linde AG, Werksgruppe Technische Gase, Unterschleißheim, 089-31001-0.
Ralf Hollenbach (Anwendungstechnik Elektronikgase), 18.08.09.

Betriebsmittel zur Elektrizitätsübertragung (2.F.7)

ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V., Fachverband Energietechnik: SF_6-Daten 2008 für die Energieübertragung und –verteilung > 1 kV, FFN, VIK, ZVEI und Solvay, Frankfurt, den 16.06.2009.
Statistisches Bundesamt Wiesbaden 2009, Erhebung des klimawirksamen Stoffes „Schwefelhexafluorid“. Ergebnisbericht 2008. Erschienen am 4. September 2009.

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 und Autoreifen (2.F.8)

Statistisches Bundesamt, Bonn: Erhebung bestimmter klimawirksamer Stoffe 2008 (§10 Abs. 2 UStatG 2005): Schwefelhexafluorid, Tab. 10.1 – 10.4; Schreiben an das Umweltbundesamt, 21.07.09.

Spurengas (2.F.8)

TracerTech GmbH, 88090 Immenstaad, 07545-9411-0. Hr. Raatschen, Mitt. an Öko-Recherche 13.08.09.

Flugzeug-Radar (2.F.8)

Statistisches Bundesamt, Bonn: Erhebung bestimmter klimawirksamer Stoffe 2008 (§10 Abs. 2 UStatG 2005): Schwefelhexafluorid, Tab. 10.1 – 10.4; Schreiben an das Umweltbundesamt, 21.07.09.

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. Fortschreibung 2008. http://www.umweltbundesamt.org/fpdf-l/2902.pdf
Statistisches Bundesamt, Bonn: Erhebung bestimmter klimawirksamer Stoffe 2008 (§10 Abs. 2 UStatG 2005): Schwefelhexafluorid, Tab. 10.1 – 10.4; Schreiben an das Umweltbundesamt, 21.07.09.

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

Linde AG, Höllriegelskreuth, 089-7446-0.
Hans-Jürgen Diehl (Zentraler Vertrieb Spezialgase), Mitt. an ÖR, 20.07.09.
Statistisches Bundesamt, Bonn: Erhebung bestimmter klimawirksamer Stoffe 2008 (§10 Abs. 2 UStatG 2005): Schwefelhexafluorid, Tab. 10.1 – 10.4; Schreiben an das Umweltbundesamt, 21.07.09.
Statistisches Bundesamt Wiesbaden 2009, Erhebung des klimawirksamen Stoffes „Schwefelhexafluorid“. Ergebnisbericht 2008. Erschienen am 4. September 2009.

Metallproduktion (2.C)

Magnesium-Guss (2.C)

Audi AG, I/PG-64, 85045 Ingolstadt, 0841-89-0. Martin Mayr, 16.02.09.
Schweizer & Weichand GmbH, Murrhardt, 07192-212-0. Klaus Horny, 02.02.09.
Honsel GmbH & Co. KG, Druckgusswerk Nürnberg, Nopitschstraße 71, 90441 Nürnberg, 0911 4150-0. Wolfgang Schade, 19.08.09.
Dietz-Metall GmbH & Co. KG, Unterensingen, 07022-6098-0. Erman Ayakdas, 13.02.09.
AMZ-Weißenseer Präzisionsguss GmbH, Berlin, Hr. Volles, 12.03.09.
Metallgießerei Wilhelm Funke, Alfeld (Leine), 05181-8459-0. Jürgen Dreyer (GF), 23.02.09.
Pierburg GmbH, 41334 Nettetal, Arno Lauterbach, 19.03.09.
Takata-Petri AG, Aschaffenburg, 06021-65-0. Lothar Weigel, 08.03.09.
Volkswagen AG, Werk Kassel, Baunatal, 0561-490-0.
Helmar Pflock, Mitt. an Öko-Recherche zum Verbrauch an Schwefelhexafluorid und R 134a in kg/a 1998-2008, 02.02.09.
TRW Automotive GmbH, Aschaffenburg, 06021-314-0. Ulrich Geis, 04.02.09.
Dynacast Deutschland GmbH, Bräunlingen, 0771-9208-0. Joachim Holzer, 02.02.09.
Druckguss Heidenau GmbH, Dohna, 03529-588-0. Ulrich Kimmel (Sicherheitsfachkraft/Umweltmanagementbeauftragter), 11.02.09.
HDO-Druckguss- und Oberflächentechnik GmbH, Paderborn, 05251-704-0. Peter Kiessler, 11.02.09.
Laukötter Gusstechnik GmbH, 59329 Wadersloh, 02523-9217-0, Michael Laukötter, 30.01.09.
Laukötter-Dessau GmbH, 06846 Dessau, 0340-6505-0. Karl Heinz Laukötter, 19.02.09.
Druck- und Spritzgusswerk Hettich GmbH & Co. KG, Siegener Str. 37, 35066 Frankenberg, 06451-741-0. Helmut Cronau (Umweltkoordinator), 13.02.09.

Eifelwerk H. Stein GmbH & Co. KG, 54655 Malbergweich, 02681-9812-0, Michael Hachmann, 26.02.09.
Metallguß Steinrücken GmbH & Co.KG, 59939 Olsberg-Bruchhausen, Michael Steinrücken, 26.028.09.
Metallgießerei Stauss, 35075 Gladenbach-Mornshausen, R. Stauss, 06.03.09.

Statistisches Bundesamt Wiesbaden 2009, Erhebung des klimawirksamen Stoffes „Schwefelhexafluorid“. Ergebnisbericht 2008. Erschienen am 4. September 2009.
Statistisches Bundesamt, Bonn: Erhebung bestimmter klimawirksamer Stoffe 2008 (§10 Abs. 2 UStatG 2005): Schwefelhexafluorid, Tab. 10.1 – 10.4; Schreiben an das Umweltbundesamt, 21.07.09.
Öko-Recherche (Winfried Schwarz/Barbara Gschrey): Final Report: Service contract to assess the feasibility of options to reduce emissions of SF_6 from the EU non-ferrous metal industry and analyse their potential impacts, Prepared for European Commission, DG Environment, ENV.C.4/SER/2008/0059rl, Frankfurt/Main, October 2009.

Sekundäraluminium (2.C)

Linde AG, Höllriegelskreuth, 089-7446-0.
Hans-Jürgen Diehl (Zentraler Vertrieb Spezialgase), Mitt. an ÖR, 20.07.09.
Statistisches Bundesamt, Bonn: Erhebung bestimmter klimawirksamer Stoffe 2008 (§10 Abs. 2 UStatG 2005): Schwefelhexafluorid, Tab. 10.1 – 10.4; Schreiben an das Umweltbundesamt, 21.07.09.
Öko-Recherche (Winfried Schwarz/Barbara Gschrey): Final Report: Service contract to assess the feasibility of options to reduce emissions of SF_6 from the EU non-ferrous metal industry and analyse their potential impacts, Prepared for European Commission, DG Environment, ENV.C.4/SER/2008/0059rl, Frankfurt/Main, October 2009.

Aluminiumproduktion (2.C)

Cornelia Elsner, Umweltbundesamt, Mitt. an Öko-Recherche, 06.11.09.

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.
Felix Flohr, Mitteilung "Produktion in Deutschland und produktionsbedingte Emissionen für HFKW und SF_6 (in t)", 16.07.09.

III. Emissionstabellen für 2008

im Vergleich mit 1995 und 1998-2007

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1			**Emissionen von Fluorierten Treibhausgasen nach Sektoren**												
2	**HFC**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
3	**Stationary Refrig./AC**														
4	**Industrial Refrigeration**														
5	**Operating Emiss. [t]**														
6	HFC-134a		4		34	47	57	68	78	88	97	105	109,6	109,5	106
7	R-404A		3		38	59	80	102	123	144	165	184	199,6	210,0	214
8	R-407C		1		4	5	8	10	12	14	16	17	18,6	19,8	21
9	HFC-23		0,7		2,1	2,7	3,4	4,0	5	5	6	6	6,3	6,4	6,3
10	HFC-227		0,1		1,3	1,8	2,3	2,8	3,4	3,9	4,3	4,7	4,9	4,9	4,5
11	PFC-116				0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
12	**Disposal Emiss. [t]**														
13	HFC-134a									2,40	7,50	15,00	34,50	54,60	64,95
14	R-404A									1,50	3,00	18,00	36,00	58,91	88,91
15	R-407C									0,90	1,50	3,00	3,00	4,50	6,00
16	HFC-23									0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,70
17	HFC-227									0,08	0,08	0,98	1,58	1,88	2,18
18	PFC-116												0,15	0,18	0,21
19	**Manuf. Emiss. [t]**														
20	HFC-134a		0,1		0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,22	0,22	0,22
21	R-404A		0,1		0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,46	0,46	0,46
22	R-407C		0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,05	0,05	0,05	0,05
23	HFC-23		0,0		0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,014	0,009	0,01
24	HFC-227		0,0		0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,011	0,003	0,003
25	PFC-116		0,0		0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,002	0,001	0,001
26	Subtotal Emiss. w/o PFC		9		80	117	152	187	222	262	302	357	417	473	517
27	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*26*		*203*	*300*	*396*	*492*	*588*	*702*	*807*	*953*	*1.104*	*1.248*	*1.377*
28	**Commercial Refriger.**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
29	**Operating Emiss. [t]**														
30	HFC-134a		19		153	200	233	258	283	303	310	300	279	260	252
31	R-404A		18		167	234	298	361	424	486	543	588	614	626	629
32	R-407C		0		1	2	4	7	11	15	20	25	30	35	39
33	HFC-23		0,1		0,4	0,9	1,6	2,3	3,0	3,7	4,4	5,0	5,7	6,2	6,5
34	PFC-116		0		0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,7	1,6
35	PFC-218		1,2		7,2	9,2	10,1	10,8	11,4	11,6	11,3	10,5	9,0	7,0	4,5
36	HFC-152a		0,5		10,7	13,7	15,0	15,4	15,4	14,9	13,4	9,5	4,7	1,7	0,4
37	HFC-125		15		52	59	62	62,7	62,9	62,5	58,0	47,6	35,0	22,4	11
38	**Disposal Emiss. [t]**														
39	HFC-134a									36	92	145	167	139	89
40	R-404A									7,0	30	86	148	181	201
41	R-407C									0,0	0	0	0	0,9	2,1
42	HFC-23									0,3	0	0,3	0,6	0,6	0,9
43	PFC-116									0	0	0	0,2	0,3	0,3
44	PFC-218									0,5	1	4	6,2	7,1	9,5
45	HFC-152a									3,3	7	20	13	6,5	2,5
46	HFC-125									3,0	27	42	42	42,0	34,5
47	**Manuf. Emiss. [t]**														
48	HFC-134a		0,4		1,0	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,60	0,6
49	R-404A		0,5		1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,34	1,3
50	R-407C				0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
51	HFC-23		0,0		0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
52	PFC-116				0,004	0,0038	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,001	0,001
53	PFC-218		0,0		0,04	0,02	0,01	0,01	0,01						
54	HFC-152a		0,0		0,05	0,03	0,01								
55	HFC-125		0,2		0,1	0,1	0,01	0,00	0,00						
56	Subotal Emiss. w/o PFCs		54		386	512	615	708	801	937	1.107	1.270	1.342	1.324	1.272
57	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*130*		*902*	*1.209*	*1.480*	*1.732*	*1.985*	*2.309*	*2.722*	*3.137*	*3.408*	*3.471*	*3.435*
58	**Stat.Klima Kaltwassersätze**		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
59	**Operating Emiss. [t]**														
60	HFC-134a		8,7		46,50	56,75	64,07	71,12	77,60	84,12	90,67	96,36	100,98	104,68	108,16
61	R-407C		0,00		1,74	6,83	15,34	11,57	38,22	50,29	62,43	74,5	85,17	94,10	101,82
62	R-410A											0,24	2,20	5,82	10,57
63	**Disposal Emiss. [t]**														
64	HFC-134a														
65	R-407C														
66	R-410A														
67	**Manuf. Emiss. [t]**														
68	HFC-134a		0,30		0,45	0,23	0,25	0,22	0,22	0,22	0,22	0,19	0,22	0,221	0,256
69	R-407C		0,00		0,11	0,23	0,34	0,39	0,40	0,40	0,40	0,40	0,31	0,289	0,226
70	R-410A											0,02	0,11	0,127	0,190
71	Subtotal Emiss. w/o PFCs		9		49	64	80	83	116	135	154	172	189	205,2	221,2
72	*Kilotonnes CO2 equiv.*		*12*		*64*	*85*	*108*	*111*	*160*	*187*	*214*	*240*	*266*	*291*	*315*

	A	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
73	**Raumklimageräte**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
74	**Operating Emiss. [t]**													
75	HFC-134a													
76	R-407C	0,00		0,32	1,62	4,58	8,29	11,61	14,92	17,94	20,9	24,00	26,70	28,81
77	R-410A					0,09	0,64	1,61	3,02	5,64	9,66	15,32	23,70	34,06
78	**Disposal Emiss. [t]**													
79	HFC-134a													
80	R-407C													
81	R-410A													
82	**Manuf. Emiss. [t]**													
83	HFC-134a													
84	R-407C	0,00		0,02	0,06	0,13	0,11	0,10	0,11	0,08	0,13	0,11	0,112	0,110
85	R-410A					0,01	0,028	0,03	0,06	0,10	0,17	0,25	0,448	0,500
86	Subtotal Emiss. w/o PFCs	0		0	2	5	9	13	18	24	31	40	51,0	63,5
87	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*0*		*1*	*3*	*7*	*14*	*21*	*28*	*37*	*49*	*64*	*83*	*104*
88	**Heat Pumps**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
89	**Operating Emiss. [t]**													
90	134a	0,0		0,22	0,29	0,38	0,47	0,56	0,64	0,72	0,81	0,95	1,123	1,37
91	404A	0,01		0,10	0,14	0,19	0,25	0,33	0,43	0,55	0,7	1,12	1,739	2,70
92	407C	0,02		0,18	0,29	0,44	0,66	0,94	1,24	1,60	2,00	2,98	4,524	6,23
93	410A			0,01	0,05	0,08	0,12	0,18	0,23	0,30	0,47	0,78	1,11	1,48
94	**Disposal Emiss. [t]**													
95	134a													
96	404A													
97	407C													
98	410A													
99	**Manuf. Emiss. [t]**													
100	134a	0,006		0,009	0,009	0,010	0,01	0,01	0,01	0,009	0,01	0,02	0,017	0,035
101	404A	0,001		0,001	0,001	0,002	0,00	0,00	0,00	0,004	0,01	0,02	0,018	0,034
102	407C	0,001		0,004	0,005	0,007	0,011	0,01	0,01	0,014	0,02	0,06	0,055	0,067
103	410A			0,001	0,001	0,002	0,0022	0,002	0,00	0,003	0,01	0,01	0,0134	0,017
104	Subtotal Emiss. w/o PFCs	0,06		1	1	1	2	2	3	3	4	5,9	8,60	11,93
105	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*0,11*		*1*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*11*	*16,14*	*22,94*
106	**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	1,965
107	*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*	*2,6*
108														
109	**Subt. HFC Stationary**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
110	Emiss. w/o PFCs [t]	73		517	696	854	990	1156	1356	1591	1834	1994	2063	2087
111	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*169*		*1172*	*1600*	*1995*	*2354*	*2759*	*3232*	*3788*	*4389*	*4854*	*5110*	*5257*
112														
113	**Mobile AC/Refriger.**													
114	**Passenger Car AC**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
115	**Operating Emiss. [t]**													
116	HFC-134a	129,5		552,8	762,1	975,0	1181,3	1381,3	1572,4	1760,1	1939,3	2104,8	2241,0	2330,9
117	**Disposal Emiss. [t]**													
118	HFC-134a							9,9	28,9	46,3	111,8	176,8	227,4	354,1
119	**Manuf. Emiss. [t]**													
120	HFC-134a	3		8	9	9	10	10	10	10	11	10,7	11,4	11,01
121	Subtotal Emiss. [t]	133		561	771	984	1.191	1.401	1.611	1817	2062	2292,3	2480	2696
122	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*172*		*729*	*1.003*	*1.280*	*1.549*	*1.821*	*2.095*	*2.362*	*2.680*	*2.980*	*3.224*	*3.505*
123	**Truck Air Conditioners**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
124	**Operating Emiss. [t]**													
125	HFC-134a	4		19,0	28,0	38,3	48,9	59,2	69,6	80,8	92,4	105,10	119,32	132,5
126	**Disposal Emiss. [t]**													
127	HFC-134a								1,4	4,0	7,4	8,6	12,0	17,4
128	**Manuf. Emiss. [t]**													
129	HFC-134a	0,08		0,19	0,21	0,24	0,27	0,27	0,30	0,38	0,41	0,46	0,54	0,58
130	Subtotal Emiss. [t]	4		19	28	39	49	59	71	85	100	114	132	151
131	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*5*		*25*	*37*	*50*	*64*	*77*	*93*	*111*	*130*	*148*	*171*	*196*
132	**Bus Air Conditioners**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
133	**Operating Emiss. [t]**													
134	HFC-134a	12		32	39	46	53	60	66	72	75,5	77,8	80,3	82,8
135	**Disposal Emiss. [t]**													
136	HFC-134a								3,3	3,3	10	9,7	9,4	11,1
137	**Manuf. Emiss. [t]**													
138	HFC-134a	0,02		0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04
139	Subtotal Emiss. [t]	12		32	39	46	53	60	70	75	85	87	90	94
140	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*16*		*42*	*50*	*60*	*69*	*78*	*91*	*98*	*111*	*114*	*117*	*122*

	A	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
141	**Agricult. Machines AC**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
142	**Operating Emiss. [t]**													
143	HFC-134a	3		12	16	20	24	29	34	38	42	45,9	49,5	53,0
144	**Disposal Emiss. [t]**													
145	HFC-134a									3	4	4,8	5,46	6,5
146	**Manuf. Emiss. [t]**													
147	HFC-134a	0,1		0,1	0,1	0,1	0,2	0,205	0,23	0,28	0,31	0,30	0,31	0,37
148	Subtotal Emiss. [t]	3		13	16	20	25	29	34	42	46	51	55	60
149	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*4*		*16*	*21*	*26*	*32*	*38*	*45*	*55*	*60*	*66*	*72*	*78*
150	**Rail Vehicle AC**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
151	**Operating Emiss. [t]**													
152	HFC-134a	1,95		4,46	5,51	6,38	7,35	8,83	9,97	10,80	11,70	12,63	13,23	13,6
153	**Disposal Emiss. [t]**													
154	HFC-134a													
155	**Manuf. Emiss. [t]**													
156	HFC-134a	0,02		0,04	0,03	0,04	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,02
157	Subtotal Emiss. [t]	2,0		4	6	6	7	9	10	11	12	13	13	14
158	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*2,6*		*6*	*7*	*8*	*10*	*12*	*13*	*14*	*15*	*16*	*17*	*18*
159	**Ship Air Conditioning**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
160	**Operating Emiss. [t]**													
161	HFC-134a	0		1,60	2,5	4,1	5,8	7,6	9,4	11,5	13,8	16,1	18,4	22,7
162	**Disposal Emiss. [t]**													
163	HFC-134a													
164	**Manuf. Emiss. [t]**													
165	HFC-134a	0		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,14	0,16	0,16
166	Subtotal Emiss. [t]	0		1,7	2,6	4,2	5,9	7,7	9,5	11,6	13,9	16,2	18,6	22,8
167	*Kilotonnes CO2 equiv.*	0		2,2	3,4	5,5	7,6	10,0	12,4	15,0	18,0	21,1	24,2	29,7
168	**Refrigerated Vehicles**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
169	**Operating Emiss. [t]**													
170	HFC-134a	3		8,7	11,4	14,3	16,8	19,2	20,7	21,6	22,7	23,2	23,2	22,56
171	404A	7		17,1	21,4	25,3	29,0	32,8	35,5	37,1	38,9	41,7	45,0	48,01
172	410A	0,2		1,7	2,3	2,9	3,4	4,0	4,6	5,2	5,7	6,0	6,4	6,73
173	134a retrofit			1,6	2,2	2,5	2,5	2,5	2,2	1,6	0,9	0,3		
174	152a v. 401B			0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0		
175	218 v. 413A			0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0		
176	**Disposal Emiss. [t]**													
177	HFC-134a								2,0	1,5	1,78	2,11	2,54	3,20
178	404A								5,6	5,3	5,55	6,31	7,06	8,77
179	410A								0,8	0,7	0,89	1,06	1,44	1,27
180	134a retrofit								0,75	0,75	0,75	0,75		
181	152a v. 401B								0,1	0,1	0,08	0,08		
182	218 v. 413A								0,1	0,1	0,07	0,07		
183	**Manuf. Emiss. [t]**													
184	HFC-134a	0,01		0,02	0,0248	0,02	0,02	0,02	0,018	0,02	0,02	0,014	0,014	0,014
185	404A	0,01		0,01	0,0107	0,01	0,01	0,01	0,010	0,01	0,01	0,021	0,021	0,022
186	410A	0,00		0,00	0,0027	0,00	0,00	0,00	0,003	0,00	0,00	0,004	0,004	0,004
187	134a retrofit			0,00	0,0040									
188	152a v. 401B			0,00	0,0004									
189	218 v. 413A			0,00	0,0004									
190	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	90,6
191	*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*	*232,5*
192	**Reefer Container**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
193	**Operating Emiss. [t]**													
194	HFC-134a	3		11,21	13,9	16,6	19,2	22,1	25,4	29,0	33,1	37,47	44,02	46,20
195	404A			0,3	0,6	0,9	1,3	1,7	2,3	2,9	3,6	4,29	5,10	5,95
196	**Disposal Emiss. [t]**													
197	HFC-134a												1,77	4
198	404A													
199	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	56,1
200	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*4*		*16*	*20*	*24*	*29*	*34*	*40*	*47*	*55*	*63*	*76*	*85*
201	**Subt. HFCs mobile**													
202	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	3.183,7
203	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*231*		*908*	*1.233*	*1.564*	*1.886*	*2.213*	*2.565*	*2.882*	*3.260*	*3.612*	*3.918*	*4.265*
204	**Other HFC ODS**													
205	**1-/2-Component Foam**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
206	First Year Emiss. [t]													
207	HFC-134a	1080		1092	780	719	660	590	532	468	389	309,4	451,1	200
208	HFC-152a	720		728	780	719	660	151	129	105	77	46,9	22,7	17,5
209	Filling-Emiss. [t]													
210	HFC-134a	22,5		24	31,5	37,5	42	37,2	17,4	4,8	3,4	2,1	2,00	1,93
211	HFC-152a							9,30	21,6	7,2	0			
212	Subtotal Emiss. [t]	1823		1844	1592	1475	1362	787	700	585	469	358	476	219
213	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*1.534*		*1.553*	*1.164*	*1.084*	*1.005*	*838*	*735*	*631*	*520*	*412*	*592*	*265*

	A	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
214	**PU Hard+Integr. Foam**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
215	First Year Emiss. [t]							897	894	269	93			
216	HFC-134a			92	92	92	92	92	97	60	75	80	70	70
217	HFC-365mfc/245fa							20	21	165	85	68	97	85
218	HFC-227ea							2	2	5	0	0	0	0
219	Operating Emiss. [t]													
220	HFC-134a			0,49	1,48	2,47	3,46	4,45	5,43	5,93	5,93	5,93	5,93	5,93
221	HFC-365mfc/245fa							0,28	0,89	5,36	11,19	13,98	16,12	18,17
222	HFC-227ea							0,02	0,07	0,21	0,33	0,33	0,33	0,33
223	Subtotal Emiss. [t]	0		92	93	94	95	118	126	241	177	169	190	179
224	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*0*		*120*	*121*	*123*	*124*	*148*	*158*	*252*	*192*	*186*	*201*	*191*
225	**XPS Insulating Foam**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
226	First Year Emiss. [t]													
227	HFC-134a						495	540	390	377	344	381	405	383
228	HFC-152a						1150	1428	1313	1137	683	624	476	361
229	Operating Emiss. [t]													
230	HFC-134a						1,0	3,1	5,6	7,0	8,6	10,09	11,62	13,14
231	HFC-152a													
232	Subtotal Emiss. [t]	0		0	0	0	1646	1971	1709	1521	1036	1015	893	757
233	*Kilotonnes CO2 equiv.*						*806*	*906*	*698*	*658*	*554*	*596*	*608*	*565*
234	**Asthma MDIs**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
235	Operating Emiss. [t]													
236	HFC-134a	0		27	36	47	106	160	171	160	173	179	182	180,2
237	HFC-227	0		0	8	37	36	40	32	28	26	24,3	24,0	22,4
238	Filling-Emiss. [t]													
239	HFC-134a						2	2	2	3	3	0,00	2,70	3,0
240	HFC-227													
241	Subtotal Emiss. [t]	0		27	44	84	143	201	205	191	202	204	208	206
242	*Kilotonnes CO2 equiv.*			*35*	*70*	*168*	*243*	*326*	*318*	*294*	*305*	*304*	*309*	*303*
243	**Oth Aerosols/Solvents**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
244	Operating Emiss. [t]													
245	HFC-134a (+43-10mee)	242		249	252	255	257	257	256	237	236,8	231,4	183,10	147,30
246	HFC-152a	10		10	10	11	15	15	15	14	10	9,6	6,8	6,2
247	Filling-Emiss. [t]													
248	HFC-134a	2,4		2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,1	1,95	1,65
249	HFC-152a	0,15		0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,12	0,06	0,11
250	Subtotal Emiss. [t]	254		262	264	269	274	274	274	254	249	243	192	155
251	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*318*		*329*	*331*	*336*	*339*	*339*	*339*	*314*	*312*	*305*	*242*	*195*
252	**Fire Extinguishers**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
253	Operating Emiss. [t]													
254	HFC-227			0,01	0,17	0,51	0,78	1,00	1,04	3,10	1,82	1,58	1,07	1,86
255	HFC-236fa						0,00227	0,01453	0,03098	0,09	0,19	0,339	0,453	0,77
256	HFC-23										0,008	0,016	0,024	0,03
257	Filling-Emiss. [t]													
258	HFC-227			0,002	0,004	0,080	0,067	0,033	0,020	0,017	0,010	0,008	0,009	0,015
259	HFC-236fa						0,261	0,549	0,385	0,386	0,128	0,194	0,182	0,234
260	HFC-23										0,0002	0,0002	0,0002	0,000
261	Disposal Emiss. [t]													
262	HFC-227													
263	HFC-236fa													
264	HFC-23													
265	Subtotal Emiss. [t]			0,01	0,18	0,6	1,11	1,6	1,5	3,6	2,2	2,1	1,7	2,9
266	*Kilotonnes CO2 equiv.*			*0,04*	*0,5*	*1,7*	*4,1*	*6,5*	*5,7*	*12,0*	*7,4*	*8,1*	*7,4*	*12,1*
267														
268	**Subtot. HFC ODS Other**													
269	Emiss. [t]	2.077	0	2.225	1.993	1.922	3.521	3.353	3.015	2.797	2.136	1.991	1.960	1.519
270	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*1.853*		*2.036*	*1.688*	*1.712*	*2.520*	*2.563*	*2.254*	*2.161*	*1.891*	*1.810*	*1.959*	*1.531*
271														
272	**Total HFC ODS**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
273	Total HFC Emiss [t]													
274	Subtotal I stat [t]	73		517	696	854	990	1.156	1.356	1591	1834	1994	2063	2087
275	Subtotal II mobil [t]	167		672	915	1.163	1.404	1.649	1.906	2147	2433	2697	2925	3184
276	Subtotal III other [t]	2.077		2.225	1.993	1.922	3.521	3.353	3.015	2.797	2.136	1.991	1.960	1.519
277	Subtotal HFC ODS Ems. [t]	2.317		3.413	3.604	3.939	5.915	6.158	6.278	6.535	6.403	6.682	6.948	6.790
278														
279	Total HFC ODS Ems.			1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
280	Subtotal Stat	169		1.172	1.600	1.995	2.354	2.759	3.232	3.788	4.389	4.854	5.110	5.257
281	Subtotal Mobile	231		908	1.233	1.564	1.886	2.213	2.565	2.882	3.260	3.612	3.918	4.265
282	Subtotal Other	1.853		2.036	1.688	1.712	2.520	2.563	2.254	2.161	1.891	1.810	1.959	1.531
283	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*2.253*		*4.116*	*4.520*	*5.271*	*6.760*	*7.535*	*8.051*	*8.831*	*9.539*	*10.276*	*10.987*	*11.052*
284														

	A	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
285	**HFC Prod./Mg/Semicond.**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
286	**Magnesium Casting**													
287	HFC-134a [t]								0,2	0,2	1,21	0,85	5,44	15,21
288	*Kilotonnes CO2 equiv.*								*0,291*	0,307	1,574	1,102	7,072	19,769
289	**Semiconduct. HFC-23 [t]**													
290	Emiss. [t]	1,06		1,00	1,05	1,44	1,22	0,94	1,33	1,47	1,35	2,01	1,51	1,03
291	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*12,4*		*11,7*	*12,3*	*16,9*	*14,3*	*11,0*	*15,6*	17,2	15,8	23,6	17,7	12,0
292	**HFC Production**													
293	134a Em t	5		19	21	27	28	31	31	32	36,0	13,5	13,80	9,5
294	227 Em t	0		0,2	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	1,5	1,80	1,1
295	23 Em Manuf. I	260,0		240	226	100	90	100	42	40	40	23	15	35
296	23 Em Manuf. II	100,0												
297	Total HFC Prod. etc. Ems [t]	366		260,2	249	129	120	132	75	74	79	41	38	62
298	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*4.231*		*2.845*	*2.685*	*1.224*	*1.105*	*1.223*	*549*	*529*	*533*	*316*	*223*	*457*
299														
300	HFCs	367		261	250	130	121	133	77	76	82	44	44	78
301	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*4.243*		*2.857*	*2.698*	*1.241*	*1.120*	*1.234*	*565*	*546*	*551*	*340*	*248*	*489*
302														
303	**Total HFC Emiss. [t]**	2.684		3.675	3.854	4.070	6.036	6.292	6.354	6.611	6.485	6.726	6.992	6.868
304	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*6.496*		*6.973*	*7.218*	*6.511*	*7.880*	*8.768*	*8.616*	*9.377*	*10.090*	*10.616*	*11.235*	*11.541*
305														
306	**PFC**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
307	**Aluminium Production**													
308	Manuf. Emiss. [t]													
309	CF4	209		157	116	48	50	58	64	60	45,3	25,4	26,04	33,3
310	C2F6	21		15,7	12	5	5	5,8	6,6	6,0	4,7	2,55	2,61	3,3
311	Emiss PFC [t]	230		173	128	53	55	64	70	66	50	28	29	37
312	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*1.552*		*1.166*	*864*	*356*	*372*	*431*	*475*	*446*	*338*	*188*	*193*	*247*
313	**Refrigerants**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
314	Op.+ Disp.+Manuf Emiss. [t]													
315	C2F6 (R-116)			0,4	0,5	0,8	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,6	2,8	2,8
316	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	14,0
317	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	16,8
318	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*8,2*		*55,3*	*70,5*	*79,6*	*87,0*	*94*	*101*	*107*	*120*	*131*	*125*	*124*
319	**PCB Manuf./Sportshoes**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
320	Manuf. Emiss. [t]													
321	CF4	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
322	C3F8 (PFC-218)												2,8	1,4
323	Emiss PFC [t]	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	5	3
324	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*13*		*13*	*13*	*13*	*13*	*13*	*13*	*13*	*13*	*13*	*32,6*	*22,8*
325	**Semiconductors**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
326	Manuf. Emiss. [t]													
327	C2F6	11,3		17,3	18,8	18,5	12,7	12,8	14,4	13,3	11,73	10,92	7,70	5,6
328	CF4	11,2		11,7	17,1	20,5	15,8	15,5	14,3	13,4	13,12	15,29	9,81	9,8
329	C3F8	0		0,2	0,8	4,1	3,7	4,3	4,8	6,2	5,85	5,10	5,78	2,8
330	c-C4F8	0		0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,17	0,18	0,24	0,2
331	Emiss PFC [t]	23		29	37	43	32	33	34	33	31	31	24	18
332	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*177*		*238*	*292*	*333*	*246*	*250*	*260*	*254*	*236*	*237*	*177*	*137*
333														
334	**Total PFCs**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
335	PFC Emiss [t]	256		212	177	109	101	112	120	116	99	79	74	75
336	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*1.750*		*1.472*	*1.240*	*781*	*718*	*787*	*849*	*820*	*707*	*569*	*528*	*531*
337														
338	**SF6**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
339	**El. Eqipment T&D**													
340	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	6,27
341	Manufact. T&D Components	16,7		25,9	25,6	26,62	27,0	23,3	18,4	16,0	12,0	12,35	9,87	8,68
342	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	7,65
343	Disposal Emissions t			0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,043	0,022	0,110	0,050
344	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	22,7
345	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*1.053*		*1200*	*1065*	*1039*	*1004*	*933*	*779*	*772*	*645*	*639*	*612*	*541*
346														
347	**Particle Accelerators**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
348	Manuf. Emissions t			0,03	0,02	0,02	0,002	0,003	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
349	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	4,93
350	Disposal Emissions t	0,07		0,04	0,09	0,0	0	0	0	0	0	0,0	0	0
351	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	4,9
352	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*108*		*119*	*118*	*120*	*115*	*117*	*117*	*117*	*117*	*117*	*118*	*118*
353														
354	**Magnesium Casting**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
355	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	7,34
356	Subtotal Emiss. [t]	7,8		9	9	13	17	16	19	24,9	27,9	24,1	15,15	7,34
357	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*188*		*224*	*210*	*320*	*417*	*385*	*458*	*594*	*668*	*575*	*362*	*175*

	A	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
359	**Soundproof Glazing**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
360	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	2,3
361	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	17,3
362	Disposal Emissions t					2,7	5,6	11,4	17,5	23,9	30,4	37,2	44,3	51,6
363	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	71,2
364	*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*	*1.703*
365														
366	**Car Tires**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
367	Disposal Emissions t	110		125	67	50	30	9	6	4	2,7	2,5	2,1	1,1
368	Subtotal Emiss. [t]	110,0		125,0	67	50	30	9	6	4	2,7	2,5	2,1	1,1
369	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*2.629*		*2.988*	*1.601*	*1.195*	*717*	*215*	*143*	*96*	*65*	*60*	*50*	*26*
370														
371	**Sole/Radar/Welding**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
372	Subtotal Emiss. [t]	18,5		22,3	24	23,3	15,28	14,1	12,9	10,8	10,5	10,7	8,5	7,26
373	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*442*		*532*	*574*	*557*	*365*	*336*	*309*	*258*	*252*	*255*	*204*	*173*
374														
375	**Photovoltaic/Fibre Optics**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
376	Subtotal Emiss. [t]							0,4	1,5	1,5	4,0	4,7	20,3	29,3
377	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*0*		*0*	*0*	*0*	*0*	*9*	*36*	*36*	*96*	*111*	*485*	*700*
378														
379	**Tracergas/Al-Casting**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
380	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	100,15
381	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	100,2
382	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*23,9*		*23,9*	*263*	*347*	*777*	*848*	*1.087*	*1102*	*1374*	*2043*	*1997*	*2394*
383														
384	**Semiconductors**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
385	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	0,71
386	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	0,7
387	*Kilotonnes CO2 equiv.*	*49*		*58*	*52*	*56*	*44*	*56*	*62*	*80*	*75*	*31*	*28*	*17*
388	23900													
389	**Other SF6**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
390		7	8	9	8	9	10	10	10	10	10	9	4,7	4,2
391	Subtotal Emiss. [t]	7		9	8	9	10	10	10	10	10	9	5	4
392	*Kilotonnes CO2 equiv.*	167		215	191	215	239	239	239	239	239	215	112	100
393														
394		1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
395	**Total SF6**													
396	Total Emiss. [t]	303		281	223	213	205	178	183	191	203	230	231	249
397	*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*	*5.948*
398														
399														
400	**Total F-Gas-Emissions**	1995		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
401														
402	Total HFC [t]	2.684		3.675	3.854	4.070	6.036	6.292	6.354	6.611	6.485	6.726	6.992	6.868
403	Total PFC [t]	256		212	177	109	101	112	120	116	99	79	74	75
404	Total SF6 [t]	303		281	223	213	205	178	183	191	203	230	231	249
405	Total F-Gas Emiss. [t]	3.243		4.167	4.253	4.392	6.343	6.581	6.657	6.918	6.788	7.035	7.298	7.192
406														
407	HFC ktonnes CO_2 eqiv.	6.496		6.973	7.218	6.511	7.880	8.768	8.616	9.377	10.090	10.616	11.235	11.541
408	PFC ktonnes CO_2 eqiv.	1.750		1.472	1.240	781	718	787	849	820	707	569	528	531
409	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	5.948
410	*Kilotonnes CO_2 equiv.*	15.483		15.154	13.776	12.378	13.500	13.798	13.844	14.766	15.659	16.672	17.296	18.020