

1. Zwischenbericht zum Forschungsvorhaben:

„Emissionen und Emissionsprognose von H-FKW, FKW und SF₆ in Deutschland - Aktueller Stand und Entwicklung eines Systems zur jährlichen Ermittlung -“

Emissionsdaten bis zum Jahr 2001 und Emissionsprognosen für die
Jahre 2005, 2010 und 2020

von

Dr. Winfried Schwarz

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

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

März 2003

Inhalt

I.	Einleitung	2
II.	Emissionsdaten bis zum Jahr 2001	4
III.	Emissionsprognosen für die Jahre 2005, 2010 und 2020	7
III-A.	HFKW	7
	1. Stationäre Kälte- und Klimaanlage	9
	a. Industriekälte	9
	b. Gewerbekälte	9
	c. Stationäre Klimaanlage und Wärmepumpen	10
	2. Mobile Kälte- und Klimaanlage	10
	a. Pkw-Klimaanlagen	10
	b. Andere mobile Klimaanlage	10
	c. Kühlfahrzeuge	11
	d. Reefer-Container	11
	3. Sonstige HFKW-Anwendungen	12
	a. Asthmasprays	12
	b. Allgemeine Sprays	12
	c. Feuerlöschmittel	12
	d. Lösemittel	12
	e. Halbleiter	13
	4. Schaumstoffe	13
	a. XPS-Schaum	13
	b. PU-Schaum	14
	c. Montageschaum	14
III-B.	FKW	16
	1. Aluminium	17
	2. Kältetechnik	17
	3. Leiterplattenfertigung	17
	4. Halbleiter	17
III-C.	SF₆	18
	1. Elektrische Betriebsmittel	19
	2. Sonstige elektrische Anwendungen	19
	3. Magnesiumguss	19
	4. Schallschutz	19
	5. Autoreifen	20
	6. Sportschuhe	20
	7. Militär Radar, Alu-Reinigung und Tracer-Gas	20
	8. Halbleiter	20
IV.	Anhang	21

I. Einleitung

Neben den klassischen Klimagasen Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O) wurden 1997 auch die fluorierten Treibhausgase H-FKW, FKW und SF_6 in das Kyoto-Protokoll der Klimarahmenkonvention aufgenommen. Danach verpflichteten sich alle Industriestaaten zu einer Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen um durchschnittlich 5,2 % gegenüber 1990 bis zum Ende der Verpflichtungsperiode 2008/2012. Deutschland ist Vertragsstaat der UN-Klimarahmenkonvention und hat das Kyoto Protokoll ratifiziert. Im Rahmen der Lastenteilung der Europäischen Union hat sich die Bundesregierung verpflichtet, die Emissionen aller sechs Treibhausgase im gleichen Zeitraum um 21 % zu vermindern.

Die Stoffe HFKW, FKW und SF_6 werden unter dem Oberbegriff fluorierte Treibhausgase zusammengefasst. Viele dieser Stoffe haben sehr lange atmosphärische Lebenszeiten und damit ein Treibhauspotenzial (GWP), welches mehrere 1000 mal höher ist als das von CO_2 . So ist beispielsweise Schwefelhexafluorid der Stoff mit der größten bekannten Klimawirksamkeit (eine Tonne (t) SF_6 ist genauso klimawirksam wie etwa 23.900 Tonnen CO_2). Tetrafluorkohlenstoff (CF_4), ein FKW, verbleibt etwa 50.000 Jahre in der Atmosphäre. Daraus ergibt sich, dass bereits relativ geringe Mengen in nicht unerheblichem Maß zu anthropogenen Klimaänderungen beitragen. Ihr Anteil an den Gesamtemissionen klimarelevanter Gase beträgt derzeit 1-2 %.

Die Klimarahmenkonvention und ihre Folgeregelungen enthalten konkrete Verpflichtungen zur Übermittlung von Emissionsdaten, einschließlich der zu ihrer Berechnung verwendeten Basisdaten und Methoden. Im Zusammenhang mit den internationalen Vereinbarungen zum Klimaschutz sind gleichfalls Emissionsdaten an die Europäische Kommission zu übermitteln.

Berichte über Treibhausgasemissionen sind nicht mehr nur eine unverbindliche Zustandsbeschreibung und ein Instrument der Maßnahmenkontrolle. Sie sollen in Zukunft die Basis für den internationalen Handel mit Emissionen schaffen. Es wird daher ein hoher Detaillierungsgrad, eine Prognose der zukünftigen Emissionsentwicklung, eine quantitative Angabe der Unsicherheiten und eine lückenlose Dokumentation gefordert.

Ziel dieses Vorhabens ist es, eine Datengrundlage für die Emissionsberichterstattung bis zum Jahr 2004 zu liefern und einen konkreten Vorschlag für die zukünftige Emissionsermittlung auszuarbeiten.

Dieser erste Zwischenbericht beinhaltet - aufbauend auf vorangegangenen Studien (z. B. Schwarz/Leisewitz: Emissionen und Minderungspotential von HFKW, FKW und

SF₆ in Deutschland, 1999) - Emissionsdaten für die Jahre 1990/1995 bis 2001 und Emissionsprognosen für die Jahre 2005, 2010 und 2020

Die Emissionsdaten und –prognosen basieren auf Angaben der betroffenen Industrien, Auswertungen internationaler Literatur und Schätzungen der Auftragnehmer.

Die Emissionsentwicklung zwischen 1990/1995 und 2001 ist im Abschnitt II dargestellt, während im Abschnitt III die Emissionsprognosen behandelt werden.

Es sind für drei Szenarien Emissionsprognosen erarbeitet worden:

- ein „Ohne-Maßnahmen-Szenario“ (= „Weiter wie vor 1998“) auf der Basis der bis zum Jahr 1998 umgesetzten Maßnahmen. Dieses Szenario stellt die Entwicklung dar, die ohne die kritische Diskussion fluorierter Gase seit 1998 - also ohne freiwillige Maßnahmen der Industrie / ohne den Eingriff der Politik - voraussichtlich eingetreten wäre. Dieses Szenario ist nur zu Vergleichszwecken berechnet worden. Da neue Erkenntnisse in das Szenario eingeflossen sind, unterscheidet es sich auch leicht gegenüber dem Business as Usual (BaU)-Szenario aus dem Jahr 1999.
- ein neues „BaU-Szenario“ (= „Mit Maßnahmen 98-03“) auf der Basis der bis zum Jahr 2003 bereits umgesetzten Maßnahmen. Dieses Szenario berücksichtigt die u.a. in Deutschland stattfindende Diskussion: der sich aus dem Diskussionsprozess zum Eckpunktepapier des BMU¹ abzeichnende moderate Eingriff der Politik durch Ordnungsrecht (Verringerung von Emissionen bei der Verwendung und wenige Verwendungsverbote von fluorierten Gasen) sowie freiwillige Maßnahmen seit 1998 sind bereits berücksichtigt.
- ein neues „Minderungsszenario“ (= „Mit weiteren Maßnahmen“) auf der Basis weiterer, noch nicht umgesetzter Maßnahmen. Zu Grunde gelegt sind mittel- bis langfristig umzusetzende Maßnahmen, wie sie im Eckpunktepapier des BMU skizziert sind; die Diskussion zum Eckpunktepapier ist berücksichtigt.

Gegliedert nach den Stoffgruppen HFKW und FKW und nach SF₆ sind im Abschnitt III zunächst die Prognosen tabellarisch dargestellt. Erst im Anschluss sind die Annahmen, die diesen Prognosen zu Grunde liegen, beschrieben. Während die in den Text integrierten Tabellen aus Gründen der Übersichtlichkeit nur die Gesamtemissionen für jeden Hauptbereich, aggregiert über die gesamte Stoffgruppe und über alle Teilemissionsquellen enthalten, enthält der Anhang noch detaillierte Daten. Da es sich bei einigen Daten um vertrauliche Angaben handelt, ist jedoch keine vollständige Wiedergabe aller Einzelemissionen möglich.

¹ „Umsetzung des nationalen Klimaschutzprogramms im Bereich der fluorierten Treibhausgase“ vom 30. September 2002

II. Emissionsdaten bis zum Jahr 2001

Die Emissionen dieser Gase haben sich seit 1990/1995² in sehr unterschiedlichem Maße entwickelt: HFKW Emissionen nehmen seit 1995 stark zu; dieser Trend setzt sich weiterhin fort. Emissionen von FKW aber auch von SF₆ nehmen hingegen seit 1990 dank der Anstrengungen der Industrie und einer erfolgreichen Umweltaufklärung nach einem zunächst erfolgten Stopp des Emissionsanstiegs inzwischen sogar ab. Aufgrund des sehr viel höheren GWP von FKW und SF₆ gegenüber HFKW sind die Gesamtemissionen damit bezogen auf CO₂-Äquivalente auf einen Wert nur leicht oberhalb des Wertes von 1995 gestiegen, obwohl sich die absoluten Emissionen (in t) zwischen 1995 und 2001 insgesamt mehr als verdoppelt haben.

Aus den nachstehenden Tabellen kann die Entwicklung der Emissionen für HFKW (Tab. II.1 und II.2), FKW (Tab. II.3 und II.4) und SF₆ (Tab. II.5) für die wichtigsten Anwendungsbereiche dieser Stoffe entnommen werden. Aufgrund des unterschiedlichen Treibhauspotenzials verschiedener HFKW und FKW sind die Emissionsdaten für diese beiden Stoffgruppen sowohl in Tonnen (t) als auch in Mio. Tonnen CO₂-Äquivalenten angegeben. Für HFKW sind darüber hinaus auch die produktionsbedingten Emissionen ausgewiesen, da ihre Herstellung auch in Deutschland erfolgt. Obwohl auch SF₆ in Deutschland hergestellt wird, ist eine Angabe zu den daraus resultierenden Emissionen zur Wahrung der Vertraulichkeit der Produktionsmengen nicht gesondert ausgewiesen.

² Im Jahr 1990 gab es noch keine gezielte Herstellung/keinen gezielten Einsatz von HFKW. Dem Jahr 1990 zuzuordnende Emissionen resultierten einzig aus dem HFCKW-22-Herstellungsprozess, wo der HFKW-23 als Nebenprodukt entsteht. Die HFKW-Emissionen sind in diesem Bericht daher erst ab dem Jahr 1995 angegeben.

Tab. II.1 Entwicklung der HFKW-Emissionen [t] 1995-2001

	1995	1998	1999	2000	2001
Stationäre Kälte/Klima	80	578	781	976	1168
Mobile Kälte/Klima	151	644	884	1132	1376
Davon nur Pkw	119	549	762	981	1195
PU-Montageschaum	1823	1844	1592	1475	1362
PU-Schäume	0	92	93	94	95
XPS-Schäume	0	0	0	0	1646
Dosieraerosole	0	27	41	78	142
Andere Aerosole	170	194	216	238	260
Halbleiterherstellung	1,1	1	1,1	1,4	1,2
Sonstiges (Verwendung)	0,9	1,0	0,9	1,6	6,8
Insgesamt (Verwendung)	2226	3381	3609	3996	6057
Sonstiges (Produktion)	365	260	250	131	121
Insgesamt	2591	3641	3859	4127	6178

Tab. II.2 Entwicklung der HFKW-Emissionen [Mio. t CO₂-Äquivalente] 1995-2001

	1995	1998	1999	2000	2001
Stationäre Kälte/Klima	0,171	1,295	1,76	2,205	2,645
Mobile Kälte/Klima	0,212	0,883	1,204	1,537	1,864
Davon nur Pkw	0,155	0,713	0,991	1,275	1,553
PU-Montageschaum	1,534	1,553	1,164	1,084	1,005
PU-Schäume	0	0,12	0,121	0,123	0,124
XPS-Schäume	0	0	0	0	0,806
Dosieraerosole	0	0,035	0,065	0,151	0,241
Andere Aerosole	0,21	0,236	0,262	0,289	0,315
Halbleiterherstellung	0,012	0,012	0,012	0,017	0,014
Sonstiges (Verwendung)	0,000	0,001	0,002	0,001	0,009
Insgesamt (Verwendung)	2,138	4,133	4,590	5,407	7,023
Sonstiges (Produktion)	4,219	2,836	2,680	1,217	1,098
Insgesamt	6,357	6,969	7,270	6,624	8,121

Tab. II.3 Entwicklung der FKW-Emissionen [t] 1990-2001

	1990	1995	1998	1999	2000	2001
Aluminiumproduktion	348	230	173	128	53	55
Halbleiterherstellung	15	23	29	37	43	29
Leiterplattenfertigung	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
Kältetechnik	0	1	7	10	11	12
Insgesamt	366	257	212	178	110	99

Tab. II.4 Entwicklung der FKW-Emissionen [Mio. t CO₂-Äquivalente] 1990-2001

	1990	1995	1998	1999	2000	2001
Aluminiumproduktion	2,348	1,551	1,167	0,864	0,358	0,371
Halbleiterherstellung	0,121	0,177	0,238	0,292	0,333	0,246
Leiterplattenfertigung	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
Kältetechnik	0	0,008	0,052	0,068	0,077	0,083
Insgesamt	2,492	1,759	1,48	1,246	0,789	0,723

Tab. II.5 Entwicklung der SF₆-Emissionen [t] 1990-2001

	1990	1995	1998	1999	2000	2001
Elektr. Betriebsmittel	23	25	28	22	20	19
Schallschutzscheiben	69	108	56	52	52	51
Autoreifen	66	111	125	67	50	30
Magnesiumgießereien	7	8	10	11	12	14
Halbleiterproduktion	3,7	2	2,4	2,2	2,4	1,8
Sonstiges	4,8	21	31	30	31	23
Insgesamt	173	275	252	184	168	139

Tab. II.6 Entwicklung der SF₆-Emissionen [Mio. t CO₂-Äquivalente] 1990-2001

	1990	1995	1998	1999	2000	2001
Elektr. Betriebsmittel	0,550	0,598	0,669	0,526	0,478	0,454
Schallschutzscheiben	1,649	2,581	1,338	1,243	1,243	1,219
Autoreifen	1,577	2,653	2,988	1,601	1,195	0,717
Magnesiumgießereien	0,167	0,191	0,239	0,263	0,287	0,335
Halbleiterproduktion	0,088	0,048	0,057	0,053	0,057	0,043
Sonstiges	0,115	0,502	0,741	0,717	0,741	0,550
Insgesamt	4,135	6,573	6,023	4,398	4,015	3,322

III. Emissionsprognosen für die Jahre 2005, 2010 und 2020

III-A. HFKW

Tab. A1 Entwicklung der HFKW-Emissionen (in t)

Sektoren	Ausgangs- werte	Ohne-Maßnahmen-Szenario			Mit-Maßnahmen-Szenario			Mit-weiteren-Maßnahmen- Szenario		
	1995	2005	2010	2020	2005	2010	2020	2005	2010	2020
Stationäre Kälte/Klima	80	2082	2785	2933	1694	1705	1809	1694	1689	1306
Mobile Kälte/Klima ³	151	2505	3974	4434	2434	3579	3909	2434	3294	787
Davon nur Pkw ²	119	2202	3541	3914	2162	3238	3501	2162	2988	710
PU-Montageschaum	1823	1547	1615	1615	1297	1225	1225	127	0	0
PU-Schäume	0	488	617	731	247	312	369	169	186	66
XPS-Schäume	0	3305	3666	4503	1323	991	829	1212	473	57
Dosieraerosole	0	370	408	498	310	342	417	290	231	145
Andere Aerosole	170	260	260	260	160	160	160	160	0	0
Halbleiterherstellung	1,1	1,5	1,9	3,1	1,4	1	1	1,4	1,0	1,0
Sonstiges (Verwendung)	0,9	10	10	9	10	9	9	9	8	9
Insgesamt (Verwendung)	2226	10569	13337	14986	7477	8324	8728	6097	5882	2370
Sonstiges (Produktion)	365	271	231	231	101	81	91	93	62	66
Insgesamt	2591	10840	13568	15217	7578	8405	8819	6190	5944	2436

³ Es ist an dieser Stelle das erste der beiden berechneten „Mit weiteren Maßnahmen“ Szenarien wiedergegeben (s. S. 10 und Anhang)

Tab. A2 Entwicklung der HFKW-Emissionen (in CO₂- Äquivalenten)

Sektoren	Ausgangs- werte	Ohne-Maßnahmen-Szenario			Mit-Maßnahmen-Szenario			Mit-weiteren-Maßnahmen- Szenario		
		2005	2010	2020	2005	2010	2020	2005	2010	2020
Stationäre Kälte/Klima	80	4,691	6,279	6,486	3,819	3,806	3,951	3,819	3,771	2,849
Mobile Kälte/Klima ²	151	3,364	5,283	5,896	3,252	4,73	5,169	3,252	4,348	1,029
Davon nur Pkw ²	119	2,863	4,604	5,088	2,811	4,209	4,551	2,811	3,885	0,923
PU-Montageschaum	1823	1,141	1,194	1,194	0,816	0,642	0,642	0,093	0	0
PU-Schäume	0	0,399	0,503	0,596	0,203	0,256	0,302	0,140	0,154	0,057
XPS-Schäume	0	1,283	1,438	1,798	0,841	0,9	1,077	0,697	0,227	0,074
Dosieraerosole	0	0,625	0,69	0,841	0,523	0,577	0,704	0,489	0,388	0,242
Andere Aerosole	170	0,315	0,315	0,315	0,185	0,185	0,185	0,185	0	0
Halbleiterherstellung	1,1	0,017	0,022	0,036	0,017	0,011	0,011	0,017	0,011	0,011
Sonstiges (Verwendung)	0,9	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,019	0,019	0,019
Insgesamt (Verwendung)	2226	11,866	15,754	17,193	9,687	11,137	12,072	8,710	8,918	4,280
Sonstiges (Produktion)	365	2,853	2,385	2,385	0,864	0,630	0,747	0,854	0,604	0,711
Insgesamt	2591	14,719	18,139	19,578	10,551	11,767	12,820	9,564	9,522	4,992

1. Stationäre Kälte- und Klimaanlage

a. Industriekälte

Im Szenario "Weiter wie vor 1998" ist bei der Industriekälte eine Emissionsrate (ER) über den mittleren Jahresbestand von 6% zugrunde gelegt und bei der Entsorgung eine Verlustrate von 30%. Als Befüllungsemissionen werden 0,15% des Neuverbrauchs im Inland angenommen. Die Zahlen orientieren sich am Aufbau eines Zielbestands, der kein Wachstum gegenüber heute vorsieht, sondern maximal bis auf die alten FCKW-Mengen hochgeht.

Im Szenario "Mit Maßnahmen 98-03" wird dem gegenüber sowohl die Diskussion dieser Jahre als auch eine allgemeine Wartungspflicht ab dem Jahr 2004 in Rechnung gestellt. Dabei sinken die ER innerhalb von fünf Jahren von 6 auf 5%. Und die Entsorgungsverluste sinken von 30% auf 15%. Als Befüllungsemissionen werden auch hier 0,15% des Neuverbrauchs im Inland angenommen.

Das Szenario „Mit weiteren Maßnahmen“ legt das vorherige Szenario zugrunde. Zusätzlich werden Neuanlagen, die heute mit HFKW befüllt würden, ab dem Jahr 2010 in diesem Szenario zunächst mit 25%, steigend bis zum Jahr 2020 auf 50%, nur noch mit natürlichen Kältemitteln ausgestattet. Als Befüllungsemissionen werden auch hier 0,15% des Neuverbrauchs im Inland angenommen.

b. Gewerbekälte

Die Annahmen für das Szenario "Weiter wie vor 1998" sind ähnlich wie bei der Industriekälte: kein Mengenwachstum und zunächst konstante ER auf den Bestand (verrohrte Systeme 10%, Einzelsätze 5% und hermetische Anlagen 1%, dazu Altanlagen mit 15%) und 30% Entsorgungsverlust. Als Befüllungsemissionen werden auch hier 0,15% des Neuverbrauchs im Inland angenommen.

Im Szenario "Mit Maßnahmen 98-03" (Debatten, Wartungspflicht für Anlagen über 3 kg) gehen gegenüber dem vorherigen Szenario die lfd. ER bei verrohrten Systemen von 10% in fünf Jahren bis auf 5% runter, die von Einzelsätzen von 5% auf 3,5%. Die ER der hermetischen Anlagen bleiben gleich. Die ER gehen bei Altanlagen von 15% auf 10% runter. Der Entsorgungsverlust beträgt ab dem Jahr 2003 nur 15%. Als Befüllungsemissionen werden wiederum 0,15% des Neuverbrauchs im Inland angenommen.

Das Szenario „Mit weiteren Maßnahmen“ setzt ab dem Jahr 2010 zusätzlich auf natürliche Kältemittel in Neuanlagen, der Anteil steigt von 25% im Jahr 2010 bis auf 50% im Jahr 2020. Ansonsten werden die Annahmen des "Mit Maßnahmen 98-03" Szenarios zugrunde gelegt.

c. Stationäre Klimaanlage und Wärmepumpen

Bei stationären Klimaanlage, die erstens aus großen, vor Ort erstellten Einheiten von Turboanlagen über Schraubenverdichteranlagen, bis runter zu Scroll- und Kolbenanlagen bestehen, und zweitens aus den importierten hermetischen Anlagen, wird ein Anlagenwachstum angenommen. Die Befüllungsemissionen liegen bei 0,15% des Neuverbrauchs im Inland.

Im Szenario „Weiter wie vor 1998“ beträgt die ER auf den Bestand 6% bei größeren Anlagen und bei industriell vorgefertigten Klimaanlage 1,5%. Die Entsorgungsverluste werden mit 30% angesetzt. Bei dem kleinen Bereich der Wärmepumpen betragen die ER zwischen 1,5 und 3%.

Im Szenario "Mit Maßnahmen 98-03" greift die Wartungspflicht ab 2004 bis 2008 und resultiert in einer schrittweisen Senkung der ER von 6% auf 5%. Die Entsorgungsverluste betragen nur 15%.

Das Szenario „Mit weiteren Maßnahmen“ setzt wie in der Industrie- und Gewerbekälte (1a und 1b) zusätzlich auf natürliche Kältemittel ab dem Jahr 2010.

2. Mobile Kälte- und Klimaanlage

a. Pkw-Klimaanlagen

Folgende Grundannahmen liegen den Szenarien zugrunde: Pkw-Klimaanlagen werden in der Anzahl stark zunehmen, nicht aber deren spezifische Füllmenge. Als Basisinformation diente die neueste Shell-Prognose über die Bestandsentwicklung bis zum Jahr 2020. Eine Sättigung von 95% wird angenommen.

Im Szenario „Weiter wie vor 1998“ wird angenommen, dass der Entsorgungsverlust (etwa ab dem Jahr 2005 relevant) 30% beträgt, und dass die spezifischen Füllmengen den Abwärtstrend seit 1993 fortsetzen. Die Befüllungsemissionen werden mit 2 g pro Anlage angesetzt. Die Emissionsrate auf den Bestand beträgt 10%.

Das Szenario "Mit Maßnahmen 98-03" ändert nichts als die Rate der Entsorgungsverluste, die gleich 15% beträgt.

Es sind zwei „Mit weiteren Maßnahmen“ Szenarien dargestellt, die jeweils auf der Einführung von CO₂ als Kältemittel beruhen. Im ersten Szenario erfolgt die Einführung über den Zeitraum 2008-12 (Einführungsdauer beträgt 5 Jahre, da ein Plattformwechsel nötig ist, nicht bloß ein Modellwechsel). Im zweiten Szenario erfolgt die Einführung über den Zeitraum 2013 bis 2017.

b. Andere mobile Klimaanlage

Die Einführung von CO₂ bei Bussen und Lkw ist an die Entwicklung bei Pkw gekoppelt, das gilt auch für Kühlfahrzeuge.

Bei Trucks erfolgt die Berechnung unter den gleichen Annahmen wie bei Pkw, also das Szenario "Mit Maßnahmen 98-03" unterscheidet sich vom „Weiter wie vor 1998“ nur durch die halbierten Entsorgungsverluste.

Im Szenario „Mit weiteren Maßnahmen“ kommt CO₂ ab 2008 bzw. 2013 bei Neuanlagen als Standardkältemittel.

Bei Bussen gelten ähnliche Annahmen. Ein Unterschied ist allerdings, dass auch die Bestandsemissionen im MM-Szenario kleiner sind als im „Weiter wie vor 1998-Szenario“. Dies liegt darin begründet, dass in der jüngeren Zeit durch Einführung von Kaltwassersätzen in gewissen Bussen die Füllmengen deutlich reduziert werden konnten.

Bei Schienenfahrzeugen und Schiffen gibt es, da eventuelle Unterschiede im Fehlerbereich untergehen würden, keine differenzierte Betrachtung in den drei Emissionsszenarien.

c. Kühlfahrzeuge

Folgende Grundannahme liegt den Szenarien zugrunde: Bei Kühlfahrzeugen wird ein weiteres Wachstum der Bestände angenommen, aber nicht mehr so dynamisch wie in den letzten Jahren.

„Weiter wie vor 1998“: Die ER auf die Bestände betragen bei Altfahrzeugen 25%, bei Neufahrzeugen 15%, der Entsorgungsverlust beträgt 30%.

Szenario "Mit Maßnahmen 98-03": Wegen der Wartungspflicht sinken bei HFKW-Fahrzeugen die lfd. Emissionen von 2004 bis 2008 von 15% auf 10%. Der Entsorgungsverlust beträgt nicht 30%, sondern nur 15%.

Das Szenario „Mit weiteren Maßnahmen“ nimmt an, dass zusätzlich zum Szenario "Mit Maßnahmen 98-03" CO₂ als Kältemittel eingesetzt wird. In diesem Sektor werden keine fünf Jahre zur Umstellung benötigt, sondern nur zwei, einmal ab dem Jahr 2008, einmal ab 2013.

d. Reefer-Container

Folgende Grundannahme liegt den Szenarien zugrunde: Wird hier zu 20% zu Deutschland gezählt.

„Weiter wie vor 1998“: Die ER wird mit 5% und der Entsorgungsverlust mit 30% angenommen.

Im Szenario "Mit Maßnahmen 98-03" sinkt der Entsorgungsverlust auf 15% (ER 5% bleibt).

Im Szenario „Mit weiteren Maßnahmen“ kommen die CO₂-Anlagen dazu.

3. Sonstige HFKW-Anwendungen

a. Asthmasprays (Dosieraerosole)

Folgende Grundannahmen liegen den Szenarien zugrunde: Das Marktwachstum beträgt dauerhaft 2%. Die Emissionen hängen davon ab, wie hoch jeweils der Anteil der Pulverinhalatoren ist.

Im Szenario „Weiter wie vor 1998“ bleibt es bei 10% Pulveranteil, 90% sind HFKW-Sprays.

Im Szenario "Mit Maßnahmen 98-03" wird dem Anstieg der Pulvergeräte auf 25% in der jüngeren Vergangenheit Rechnung getragen. Die 25% bleiben bis zum Jahr 2020.

Das Szenario „Mit weiteren Maßnahmen“ sieht vor, dass der Pulveranteil bis zum Jahr 2010 auf 50% und bis zum Jahr 2020 auf 75% gestiegen ist.

b. Allgemeine Sprays (andere Aerosole)

Unter „Allgemeinen Sprays“ werden technische Sprays und „novelties“ (z.B. Party-Sprays) zusammengefasst. Es werden derzeit 160 t HFKW in technischen Aerosolen (v.a. Druckluft- und Kältesprays) und 100 t in „novelties“ eingesetzt. Ein Marktwachstum wird nicht angenommen.

Im Szenario „Weiter wie vor 1998“ gibt es bis zum Jahr 2020 keine Veränderung.

Im Szenario "Mit Maßnahmen 98-03" gibt es ab 2005 keine HFKW mehr für „novelties“.

Im Szenario „Mit weiteren Maßnahmen“ werden spätestens ab dem Jahr 2010 keine HFKW mehr in allgemeinen Aerosolen eingesetzt.

c. Feuerlöschmittel

Im Szenario „Weiter wie vor 1998“ wird angenommen, dass außer dem HFKW-227 zukünftig auch die HFKW-23 und HFKW-236 eingesetzt werden (ER 1%, 2% und 5%). Die 4,6 t Emissionen aus allen drei Löschmitteln bleiben bis zum Jahr 2020 konstant.

Im Szenario "Mit Maßnahmen 98-03" wird angenommen, dass sich gegenüber dem „Weiter wie vor 1998“ keine Änderung ergibt.

Das Szenario „Mit weiteren Maßnahmen“ lässt die Einführung von HFKW-23 von vorneherein gar nicht zu, so dass die Emissionen 1 Tonne niedriger sind.

d. Lösemittel

Hier ist der Einsatz von HFKW-43-10mee durch die 2. BImSchV beschränkt. Für alle drei Szenarien wird von einer ungeänderten Einsatz- und Emissionsmenge von 5 t ausgegangen.

e. Halbleiterherstellung

Von den HFKW wird hier nur der HFKW-23 eingesetzt. Das Wachstum der Branche wird generell mit 5% bis zum Jahr 2020 angesetzt.

Das Szenario „Weiter wie vor 1998“ nimmt an, dass die Emissionen steigen, und zwar um jährlich 5%, ausgehend vom Emissionswert des Jahres 2001, welcher vom Verband berichtet wurde.

Das Szenario "Mit Maßnahmen 98-03" nimmt an, dass bis zum Jahr 2010 die Emissionen auf 10% unter das Niveau von 1995 gefallen sind. Dies entspricht der weltweit eingegangenen SV.

Das Szenario „Mit weiteren Maßnahmen“ beruht auf den Annahmen des Szenarios "Mit Maßnahmen 98-03".

4. Schaumstoffe

a. XPS-Schaum

Generell wird bis zum Jahr 2010 und weiter bis zum Jahr 2020 ein Wachstum des Verbrauchs von 2% jährlich angenommen.

„Weiter wie vor 1998“: Angenommen wird ein 1:1 Umstieg von HFCKW-142b bzw. 142b/22 im Jahr 1997 auf HFKW, und zwar zur Hälfte auf HFKW-134a und 152a. Reine CO₂ –Platten werden erst als das Ergebnis der Debatten seit 1997 angesehen. Die inländische Jahresproduktion beträgt im Jahr 2001 effektiv 1,6 Mio. m³; jeweils 800.000 m³, die bis zum Jahr 2010 auf je 956.000 m³ ansteigen.

Das Szenario "Mit Maßnahmen 98-03" gibt den Status quo wieder, mit einigen kleinen Änderungen. Ein großer Teil (etwa 700 Tsd. m³) wird nur mit CO₂ produziert. HFKW-134a wird auf bestehenden Anlagen wie gehabt eingesetzt. HFKW-152a wird allmählich zugunsten reiner CO₂-Platten ersetzt; allerdings nicht ganz: 10% der im Jahr 2001/02 mit HFKW-152a produzierten Platten werden zu mit HFKW-134a produzierten Platten, von denen, wie bei den alten 134a-Platten, 75% exportiert werden.

Die Verluste im ersten Jahr gehen beim HFKW-134a bis 2004 auf 25% (von 30%) herunter, beim HFKW-152a emittiert alles im Produktionsjahr und bildet daher keine Bank. Der HFKW-134a erhöht die inländische Bank nur um 25% der Jahresproduktion, abzüglich der Erstjahr-Emissionen, da drei Viertel exportiert werden. Die in den exportierten XPS-Dämmstoffen enthaltenen HFKW müssen der Bank des jeweils importierenden Landes zugerechnet werden.

Szenario „Mit weiteren Maßnahmen“: In diesem Szenario wird zugrunde gelegt, dass auch die Anwendung des HFKW-134a bis zum Jahr 2010 schrittweise auf 20% (harte Fälle) reduziert wird und bis zum Jahr 2020 ganz eingestellt ist. Damit bleiben nur noch die Emissionen aus der Nutzphase bestehen.

b. PU-Schaum

Generell wird bis zum Jahr 2010 ein Wachstum des Verbrauchs von 5% jährlich angenommen, aber ab 2011 wird ein konstanter Verbrauch unterstellt.

„Weiter wie vor 1998“: Angenommen wird ein 1 zu 1 Umstieg von HFKW-141b im Jahr 1997 auf den HFKW-365mfc.

Im Szenario "Mit Maßnahmen 98-03" ist angenommen, dass nur 50% der 141b-Anwendungen vor 1998 auf die flüssigen HFKW umgestellt werden. Die großen Sektoren der Geräte, der Sandwich Elemente und der Baudämmplatten gehen zu Kohlenwasserstoffen über, was zum großem Teil auch im vorangestellten Szenario der Fall ist.

Der HFKW-365 kommt lediglich bei diskontinuierlichen Panels (Kleinserien), bei Blockschaum, bei Spritzschaum und Pipes (Fernwärme + Gießschaum) zum Einsatz. Die Gesamtmenge geht bis zum Jahr 2010 auf ca. 900 t hoch. Außerdem wird der Integralschaum, bei dem das Treibmittel sofort emittiert, mit 100 t angesetzt. Weitere 6 t HFKW-134a-Emissionen (aus Bestand) stammen aus 134a, das momentan noch für Sandwichelemente genommen wird. Auch hier ist Ausstieg auf Pentan vorgesehen.

Die Erstjahresemissionen bei diskontinuierlichen Panels und Pipes werden mit 6%, bei Sprayschaum mit 25%, bei Blockschaum mit 25 und 45% angenommen – alle Emissionsraten entsprechen den Angaben von ISOPA 2003. Auch die Emissionen aus der Nutzphase (Bank) sind nach ISOPA ermittelt.

Szenario „Mit weiteren Maßnahmen“: Wie bei MM, aber kein HFKW-Einstieg bei Pipes. Bei diskontinuierlichen Panels (Kleinserie) werden nur zu 20% gegenüber dem „Weiter wie vor 1998“-Szenario mit HFKW eingesetzt. Ab dem Jahr 2008 gibt es kein HFKW-Wachstum mehr und ab dem Jahr 2015 werden kein HFKW mehr eingesetzt.

Bei Sprays und Blockschaum erfolgt der HFKW-Einstieg gegenüber dem „Weiter wie vor 1998“-Szenario nur zu 50%. Ab dem Jahr 2008 gibt es kein HFKW-Wachstum mehr und ab dem Jahr 2015 eine Halbierung des HFKW-Verbrauchs. Beim Integralschaum wird ab dem Jahr 2008 bis abschließend zum Jahr 2014 auf HFKW verzichtet.

c. Montageschaum

Angenommen wird generell ein Markt, der bis zum Jahr 2006 auf 26 Mio. Dosen anwächst und dann stabil bleibt. (Im Jahr 2001 waren es 22 Mio. Dosen. Im Jahr 1998 aber 26 Mio.)

Das Szenario „Weiter wie vor 1998“ heißt hier "Weiter wie bisher", weil der jetzige Trend nicht durch Diskussionen oder Maßnahmen seit 1998 zustande gekommen ist, sondern vor allem ökonomische Ursachen hat (niedrigere Kosten mit KW-Anteilserhöhung). Das "Weiter wie bisher" nimmt an, dass der Status quo in Bezug

auf die pro Dose eingesetzte HFKW-Menge konstant bei 60 g bleibt und die HFKW-Zusammensetzung zwischen 134a und 152a stabil bei 50% zu 50% bleibt.

Dem Szenario "Mit Maßnahmen 98-03" liegt die gleiche Wachstumsannahme für den Dosenabsatz wie vorher zu Grunde. Aber die HFKW-Menge pro Dose sinkt kontinuierlich bis zum Jahr 2010 (dann nicht mehr) von 60 g auf 45 g. Außerdem ändert sich die Relation vom HFKW-134a zum HFKW-152a von 50:50 auf 30:70.

Szenario „Mit weiteren Maßnahmen“: Wachstumsraten wie vorher. Ab 2005 bestimmen aber brennbare Treibmittel den Inlandsmarkt. Nur noch 5% der Dosen beinhalten HFKW-134a und weitere 5% beinhalten HFKW-152a. Der HFKW-Gehalt der Dosen sinkt wie im Szenario vorher (98-03). Die Brandschutzklasse B2 wird eingehalten. Ab 2010 werden gar keine HFKW mehr eingesetzt.

Die Produktionsverluste betragen lt. Herstellern 1,5 Gramm pro 750 ml Dose. Die Dosenzahl (Abfüllungen) ist in den beiden ersten Szenarien nicht verschieden, sie steigt bis zum Jahr 2010 auf 37 Mio. Dosen. Im Szenario „Mit weiteren Maßnahmen“ füllen auch die inländischen Abfüller bis zum Jahr 2005 anteilig nur noch 10% ihrer Dosen mit HFKW, danach keine mehr mit HFKW.

III-B. FKW

Tab. B1 Entwicklung der FKW-Emissionen (in t)

Sektoren	Ausgangs- werte	Ohne-Maßnahmen-Szenario			Mit-Maßnahmen-Szenario			Mit-weiteren-Maßnahmen- Szenario		
	1995	2005	2010	2020	2005	2010	2020	2005	2010	2020
Aluminiumproduktion	230	148	134	107	53	53	53	53	36	36
Halbleiterherstellung	23	39	50	82	32	20	20	32	20	20
Leiterplattenfertigung	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
Kältetechnik	1	14	5	2	12	4	2	12	4	2
Insgesamt	257	204	192	194	100	80	78	100	63	61

Tab. B2 Entwicklung der FKW-Emissionen (in CO₂- Äquivalenten)

Sektoren	Ausgangs- werte	Ohne-Maßnahmen-Szenario			Mit-Maßnahmen-Szenario			Mit-weiteren-Maßnahmen- Szenario		
	1995	2005	2010	2020	2005	2010	2020	2005	2010	2020
Aluminiumproduktion	1,551	0,996	0,905	0,724	0,354	0,354	0,354	0,354	0,241	0,241
Halbleiterherstellung	0,177	0,299	0,382	0,622	0,246	0,159	0,159	0,246	0,159	0,159
Leiterplattenfertigung	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
Kältetechnik	0,008	0,105	0,05	0,032	0,09	0,036	0,025	0,09	0,036	0,019
Insgesamt	1,759	1,422	1,359	1,4	0,712	0,571	0,561	0,709	0,458	0,441

1. Aluminium

Im Szenario „Weiter wie vor 1998“ wird die Selbstverpflichtung (SV) der Alu-Industrie angenommen, die aber nur bis zum Jahr 2005 geht. Darum wird dann eine Fortschreibung vorgenommen, die die spezifischen CF₄-Werte pro Tonne Al weiterhin von 0,22 auf 0,20 bis auf 0,16 annimmt.

Das Szenario "Mit Maßnahmen 98-03" nimmt an, dass der im Jahr 2001 erreichte niedrige Stand konstant bleibt (Jahresaluproduktion bleibt bei 610.000 t).

Das Szenario „Mit weiteren Maßnahmen“ nimmt an, dass ab dem Jahr 2009 die gesamte Produktion auf die emissionsarme Pointfeeder-Technologie umgestellt ist.

2. Halbleiterherstellung

Das Wachstum der Branche wird generell mit 5% bis zum Jahr 2020 angesetzt.

Das Szenario „Weiter wie vor 1998“ nimmt an, dass die Emissionen gleichmäßig steigen, und zwar um jährlich 5%, ausgehend vom Emissionswert des Jahres 2001, der vom Verband für alle FKW berichtet wurde.

Das Szenario "Mit Maßnahmen 98-03" nimmt an, dass bis zum Jahr 2010 die Emissionen auf 10% unter das Niveau von 1995 gefallen sind. Dies entspricht der weltweit eingegangenen SV.

Das Szenario „Mit weiteren Maßnahmen“ beruht auf den Annahmen des Szenarios "Mit Maßnahmen 98-03".

3. Leiterplattenfertigung

Es wurden zunächst keine getrennten Szenarien gerechnet, sondern eine gleichbleibende Menge von 3 t /a angenommen.

4. Kältetechnik

Es sind die FKW 116 und 218 betroffen. In allen drei Szenarien wird die Annahme getroffen, dass ihre Verwendung als Servicekältemittel für Altanlagen bis zum Jahr 2005 ausläuft. Danach gehen die "neuen" FKW (nicht Service-Kältemittel) ihren Gang wie die allgemeine stationäre Kältetechnik in Industrie- und kommerzieller Kälte.

III-C. SF₆

Tab. C1 Entwicklung der SF₆-Emissionen (in t, sofern nicht anders angegeben)

Sektoren	Ausgangs- werte	Ohne-Maßnahmen-Szenario			Mit-Maßnahmen-Szenario			Mit-weiteren-Maßnahmen- Szenario		
	1995	2005	2010	2020	2005	2010	2020	2005	2010	2020
Elektr. Betriebsmittel	25	33	34	32	21	21	19	21	20	18
Schallschutzscheiben	108	82	126	188	51	85	149	51	85	149
Autoreifen	111	50	50	50	2,5	0	0	2,5	0	0
Magnesiumgießereien	8	22	35	56	17	22	29	17	0	0
Halbleiterproduktion	2	2,2	2,8	4,6	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Sonstiges	21	33	32	33	19	16	16	19	16	17
Insgesamt	275	222	280	364	112	146	215	112	122	185
Insgesamt (in CO ₂ - Äquivalenten)	6,573	5,306	6,692	8,700	2,677	3,489	5,139	2,677	2,916	4,422
Betriebsmittel (Bestand in t)	937	1577	1847	2147	1577	1847	2147	1577	1753	1753
davon HS	789	1007	1067	967	1007	1067	967	1007	1067	967
davon MS	148	570	780	1180	570	780	1180	570	686	786

1. Elektrische Betriebsmittel

Bei elektrischen Betriebsmitteln (Anlagen zur Energieübertragung) beruht das MM-Szenario weitgehend auf den Daten des ZVEI und des VDN.

Das Szenario „Weiter wie vor 1998“ nimmt bei den Entsorgungsverlusten schon das Re-use-Konzept auf, weil es schon vor 98 entwickelt wurde. Die Werksverluste bleiben aber bei der Hochspannung (HS) bei 5% und bei der Mittelspannung (MS) bei 2,4%, bei Freiluftwandlern bei 2,5%.

Im Szenario "Mit Maßnahmen 98-03" sinken die Werks- und Montageverluste. Werksverluste werden in der HS mit 2,35%, in der MS mit 1,5% angenommen. Die Bestandsemissionen erreichen in beiden Szenarien ihren Höchstwert im Jahr 2010, weil dann die alten Anlagen durch neue ersetzt werden, welche niedrigere ER haben.

Im Szenario „Mit weiteren Maßnahmen“ werden ab dem Jahr 2007 neue MS-Anlagen fürs Inland zu 75% luftisoliert gebaut.

2. Schallschutz

Das Szenario „Weiter wie vor 1998“ nimmt an, dass die Relation von SF₆ zu Argon bei 33% konstant bleibt, wie bereits im Jahr 1997. Es kommt weiterhin zu Befüllungsemissionen (Überfüllung).

Das Szenario "Mit Maßnahmen 98-03" sieht ein SF₆-Verbot ab dem Jahr 2004 in neuen Scheiben vor. Die Befüllungsemissionen fallen weg. Bestandsemissionen müssen hingegen weiter angenommen werden, wenn auch ein wenig geringer als im ersten Szenario. Entsorgungsverlust bleiben bestehen.

Das Szenario „Mit weiteren Maßnahmen“ ist mit dem Szenario "Mit Maßnahmen 98-03" identisch. Hauptposten werden im Jahr 2020 die Entsorgungsverluste von 143 t sein, die nicht zu senken sind.

3. Autoreifen

Zum Szenario „Weiter wie vor 1998“: Der hohe Entsorgungsverlust beruht darauf, dass der Konsum auf dem Niveau von 1997 konstant bleibt.

Im Szenario "Mit Maßnahmen 98-03" ist die Annahme getroffen worden, dass es durch ein SF₆-Verbot ab dem Jahr 2004 in neuen Reifen gerade noch im Jahr 2005 zu Emissionen aus der Entsorgung der im Jahr 2002 befüllten Reifen kommt.

Das Szenario „Mit weiteren Maßnahmen“ ist mit dem Szenario "Mit Maßnahmen 98-03" identisch.

4. Magnesiumguss

Angenommen wird eine deutliche Steigerung der Metallproduktion.

Das Szenario „Weiter wie vor 1998“ legt die 1997er Koeffizienten in kg SF₆/t Mg zu Grunde.

Das Szenario "Mit Maßnahmen 98-03" berücksichtigt die deutliche Senkung des Koeffizienten in den letzten Jahren.

Das Szenario „Mit weiteren Maßnahmen“ geht davon aus, dass ab dem Jahr 2007 kein SF₆ mehr zum Einsatz kommt. Ab dem Jahr 2007 kommt vielmehr entweder ein Gas zum Einsatz, dessen Verfügbarkeit und Eignung heute noch nicht sicher ist, oder SO₂ oder 134a.

5. Halbleiterherstellung

Es ist das gleiche Schema wie bei HFKW-23 und FKW zu Grunde gelegt.

6. Sonstige elektrische Anwendungen

In diesem Bereich ist die Datenlage unzureichend. Daher ist für alle drei Szenarien zunächst der Stand des letzten Berichts (1999) angenommen worden.

7. Sportschuhe

Das Szenario „Weiter wie vor 1998“ lässt bis zum Jahr 2020 den Einsatz und die Emissionen konstant.

Im Szenario "Mit Maßnahmen 98-03" ist angenommen, dass es durch den Ausstieg aus der Verwendung von SF₆ im Jahr 2003 im Jahr 2005 noch einmal zu Emissionen in der genannten Höhe kommt.

Das Szenario „Mit weiteren Maßnahmen“ ist mit dem Szenario "Mit Maßnahmen 98-03" identisch. Es wird davon ausgegangen, dass als Substitut ein Gas ohne (relevanten) GWP eingesetzt wird.

8. Militär Radar, Alu-Reinigung und Tracer-Gas

Die Emissionen für Militär Radar, Alu-Reinigung und Tracer-Gas bleiben in allen Szenarien gleich.

IV. Anhang

Tab. A1: HFKW ohne Kälteanwendungen

HFKW Emissionen ot ER	1995	1998	1999	2000	2001	2005	2010	2020	2005	2010	2020	2005	2010	2020
Asthma-Dosieraerosole						Weiter wie vor 1998			Mit Massnahmen 98-03			Mit weiteren Maßnahmen		
lfd. Emissionen [t]						W: 2% W: 2% W: 2%			W: 2% W: 2% W: 2%			W: 2% W: 2% W: 2%		
HFKW-134a	0	27	34	47	105	270	298	363	225	248	303	210	166	101
HFKW-227	0	0	7	31	35	90	99	121	75	83	101	70	55	34
Befüllungsemissionen [t]														
HFKW-134a	2%				2	10	11	13	10	11	13	10	10	10
HFKW-227														
Summe aller Emissionen	0	27	41	78	142	370	408	498	310	342	417	290	231	145
CO ₂ -Äquiv. [tsd. t]		35	65	151	241	625	690	841	523	577	704	489	388	242
	1995	1998	1999	2000	2001	2005	2010	2020	2005	2010	2020	2005	2010	2020
Allgemeine Sprays						Weiter wie vor 1998			Mit Massnahmen 98-03			Mit weiteren Maßnahmen		
lfd. Emissionen [t]	W: 3%					W: 0% W: 0% W: 0%			W: 0% W: 0% W: 0%			W: 0% W: 0% W: 0%		
HFKW-134a	160	180	200	220	240	240	240	240	140	140	140	140	0	0
HFKW-152a	10	14	16	18	20	20	20	20	20	20	20	20	0	0
Befüllungsemissionen [t]														
HFKW-134a	0,38%	0,12	0,135	0,15	0,165	0,18	0,18	0,18	0,11	0,11	0,11	0,11	0	0
HFKW-152a	0,38%	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0	0
Summe aller Emissionen	170	194	216	238	260	260	260	260	160	160	160	160	0	0
CO ₂ -Äquiv. [tsd. t]	210	236	262	289	315	315	315	315	185	185	185	185	0	0
	1995	1998	1999	2000	2001	2005	2010	2020	2005	2010	2020	2005	2010	2020
Feuerlöschmittel						Weiter wie vor 1998			Mit Massnahmen 98-03			Mit weiteren Maßnahmen		
lfd. Emissionen [t]						W: 0% W: 0% W: 0%			W: 0% W: 0% W: 0%			W: 0% W: 0% W: 0%		
HFKW-227	1%	0,01	0,17	0,51	0,78	3	3	3	3	3	3	3	3	3
HFKW-23	2%					1	1	1	1	1	1			
HFKW-236fa	5%					0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Befüllungsemissionen [t]														
HFKW-227	0,15%	0,004	0,006	0,120	0,100	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
HFKW-23														
HFKW-236fa														
Summe aller Emissionen		0,0	0,2	0,6	0,9	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	3,6	3,6	3,6
CO ₂ -Äquiv. [tsd. t]		0,0	0,5	1,8	2,6	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	12,5	12,5	12,5
	1995	1998	1999	2000	2001	2005	2010	2020	2005	2010	2020	2005	2010	2020
Lösemittel						Weiter wie vor 1998			Mit Massnahmen 98-03			Mit weiteren Maßnahmen		
lfd. Emissionen [t]						W: 0% W: 0% W: 0%			W: 0% W: 0% W: 0%			W: 0% W: 0% W: 0%		
HFKW-43-10					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Summe aller Emissionen					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
CO ₂ -Äquiv. [tsd. t]					7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	1995	1998	1999	2000	2001	2005	2010	2020	2005	2010	2020	2005	2010	2020
XPS-Schaum						Weiter wie vor 1998			Mit Massnahmen 98-03			Mit weiteren Maßnahmen		
Erstjahresemissionen [t]						W: 2% W: 2% W: 2%			W: 2% W: 2% W: 2%			W: 2% W: 2% W: 2%		
HFKW-134a	25%				495	693	765	932	555	630	769	444	113	0
HFKW-152a	100%				1150	2598	2868	3496	758	335	0	758	335	0
Nutzphase Emissionen [t]														
HFKW-134a	0,66%				1,0	14,4	32,5	74,3	10,8	25,6	60,2	11	25	57
HFKW-152a	0,00%													
Summe aller Emissionen	0	0	0	0	1646	3305	3666	4503	1323	991	829	1212	473	57
CO ₂ -Äquiv. [tsd. t]					806	1.283	1.438	1.798	841	900	1.077	697	227	74
	1995	1998	1999	2000	2001	2005	2010	2020	2005	2010	2020	2005	2010	2020
PU-Montageschaum						Weiter wie bis 2001			Mit Massnahmen 98-03			Mit weiteren Maßnahmen		
Erstjahresemissionen [t]														
HFKW-134a	100%	1080	1092	780	660	750	780	780	500	351	351	63	0	0
HFKW-152a	100%	720	728	780	660	750	780	780	750	819	819	63	0	0
Befüllungsemissionen [t]														
HFKW-134a	1,5/750	22,5	24	31,5	37,5	47	54,8	54,8	47,3	54,8	54,8	2,4	0,0	0,0
HFKW-152a	1,5/750								152a kommt nicht mehr vor			0,0	0,0	0,0
Summe aller Emissionen	1823	1844	1592	1475	1362	1547	1615	1615	1297	1225	1225	127	0	0
CO ₂ -Äquiv. [tsd. t]	1.534	1.553	1.164	1.084	1.005	1.141	1.194	1.194	816	642	642	93	0	0
	1995	1998	1999	2000	2001	2005	2010	2020	2005	2010	2020	2005	2010	2020
PU-Schaum						Weiter wie vor 1998			Mit Massnahmen 98-03			Mit weiteren Maßnahmen		
Erstjahresemissionen [t]						W: 5% W: 5% W: 0%			W: 5% W: 5% W: 0%			W: 5% W: 5% W: 0%		
HFKW-134a		92	92	92	92	453	524	524	227	262	262	157	163	29
HFKW-365														
Nutzphase Emissionen [t]														
HFKW-134a		0,49	1,48	2,47	3,46	6	6	6	6	6	6	6	6	6
HFKW-365						28	86	201	14	43	100	6	17	30
Summe aller Emissionen	0	92	93	94	95	488	617	731	247	312	369	169	186	66
CO ₂ -Äquiv. [tsd. t]	0	120	121	123	124	399	503	596	203	256	302	140	154	57

Tab. A2: HFKW stationäre Kälteanwendungen

HFKW Refr. + Stat. AC	1995	1998	1999	2000	2001	2005	2010	2020	2005	2010	2020	2005	2010	2020
Industrial refrigeration						Weiter wie vor 1998			Mit Maßnahmen 98-03			Mit weiteren Maßnahmen		
stock Emissionen [t]														
HFKW-134a	5	39	55	70	86	143	155	155	133	129	129	133	128	81
404A	3	36	58	84	110	210	258	258	196	215	215	196	212	187
HFKW-23	0,57	1,77	2,325	2,895	3	5,2	5,7	5,7	4,8	4,75	4,75	4,8	4,7	3
HFKW-227	0,1	1,1	1,6	2,0	2	4,1	4,4	4,4	3,8	3,6	3,6	3,8	3,6	2,3
FKW-116		0,0	0,1	0,1	0,2	0,4	0,7	0,7	0,4	0,6	0,6	0,4	0,6	0,6
disposal Emissionen [t]														
HFKW-134a						30	78	78	15	39	39	15	39	29
404A						21	129	129	11	64	64	11	64	48
HFKW-23						1,5	2,9	2,9	0,8	1,4	1,4	0,8	1,4	1,1
HFKW-227						1,0	2,2	2,2	0,5	1,1	1,1	0,5	1,1	0,8
FKW-116								0,2			0,1			0,1
filling Emissionen [t]														
HFKW-134a	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2
404A	0,1	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,3
Summe ohne FKW	9	79	118	160	203	416	636	636	365	460	460	365	455	353
CO2-Äquiv. Tsd. t	25	192	293	405	518	1.070	1.683	1.683	943	1.216	1.216	943	1.204	966
Commercial refrigeration														
stock Emissionen [t]														
HFKW-134a	26	159	214	268	323	517	549	549	414	278	278	414	275	174
404A	16	195	264	326	387	590	616	616	472	314	314	472	310	194
HFKW-23	0,1	0,4	0,9	1,6	2,3	5,1	7,3	7,3	5,1	7,3	7,3	5,1	7,2	4,5
HFKW-227														
FKW-116		0,2	0,3	0,5	0,6	1,2	1,5	1,5	1,2	1,5	1,5	1,2	1,5	0,9
FKW-218	1,2	7,2	9,2	10,1	10,8	10,6	1,7	0,1	10,6	1,7	0,1	10,6	1,1	0,1
HFKW-152a	0,5	10,7	13,7	15,0	15,4	4,7			4,7			4,7		
HFKW-125	15	52	59	62	62,7	48,0	1,7	1,3	48,0	1,7	1,3	48,0	1,7	0,8
disposal Emissionen [t]														
HFKW-134a						98	174	174	49	87	87	49	87	65
404A						60	196	196	30	98	98	30	98	73
HFKW-23						0,3	4,4	4,4	0,2	2,2	2,2	0,2	2,2	1,6
HFKW-227														
FKW-116							0,9	0,9		0,5	0,5		0,5	0,3
FKW-218						2,3	1,4	0,03	1,1	0,7	0,02	1,1	0,7	0,02
HFKW-152a						7,8			3,9			3,9		
HFKW-125						25,2	1,8	0,3	12,6	0,9	0,1	12,6	0,9	0,1
filling Emissionen [t]														
HFKW-134a	0,5	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,65	0,44
404A	0,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,73	0,49
Summe ohne FKW	59	419	553	675	793	1.357	1.552	1.550	1.041	791	790	1.041	783	514
CO2-Äquiv. Tsd. t	129	996	1.317	1.605	1.888	3.187	3.731	3.726	2.471	1.936	1.932	2.471	1.917	1.256
Stationary Air Conditioning														
stock Emissionen [t]														
HFKW-134a	11,6	63,9	80,6	94,5	108,7	164,2	221,8	279,6	153,3	185,0	233,1	153,3	183	190
407C	0,6	15,7	28,8	45,3	62,8	131,0	200,1	215,5	124,4	174,9	188,1	124,4	173	130
410A	0,0	0,1	0,2	0,4	0,8	4,7	10,4	12,8	4,7	10,4	12,8	4,7	10	8
404A	0,0	0,2	0,2	0,3	0,4	1,0	1,9	3,0	1,0	1,9	3,0	1,0	2	2
disposal Emissionen [t]														
HFKW-134a						7,5	20,8	63,6	3,8	10,4	35,6	3,8	10,4	36
407C							136,5	148,5		68,2	74,2		68,2	64
410A							5,4	21,9		2,7	10,9		2,7	8
404A							0,5	1,6		0,2	0,8		0,2	1
filling Emissionen [t]														
HFKW-134a	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,02
407C	0,00	0,08	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,08	0,05
Summe ohne FKW	12	80	110	141	173	309	597	747	287	454	559	287	450	439
CO2-Äquiv. Tsd. t	16	108	150	194	240	435	864	1.076	406	655	803	406	649	628
Subtotal HFKW I (stat)														
Summe Emissionen in t	80	578	781	976	1168	2082	2785	2933	1694	1705	1809	1694	1689	1306
CO2-Äquiv. Tsd. t	171	1.295	1.760	2.205	2.645	4.691	6.279	6.486	3.819	3.806	3.951	3.819	3.771	2.849

Tab. A3: HFKW mobile Kälteanwendungen

HFC mobile refr. + AC	1995	1998	1999	2000	2001	2005	2010	2020	2005	2010	2020	2005	2010	2020	2005	2010	2020
Passenger Car MACs						Weiter wie vor 1998			Mit Massnahmen 98-03			CO2 ab Modellj. 2008			CO2 ab Modellj. 2013		
stock Emissionen [t]																	
HFC-134a	116	541	753	971	1185	2113	2923	3077	2113	2924	3077	2.113	2.680	379	2.113	2.924	1675
disposal Emissionen [t]																	
HFC-134a						79	608	827	40	304	413	39,71	304	331	40	304	413
filling Emissionen [t]																	
HFC-134a	3	8	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	4	0	10	10	0
Summe aller Emiss.	119	549	762	981	1195	2202	3541	3914	2162	3238	3501	2162	2988	710	2162	3238	2088
CO2-Äquiv. Tsd. t	155	713	991	1.275	1.553	2.863	4.604	5.088	2.811	4.209	4.551	2.811	3.885	923	2.811	4.209	2.715
Trucks MACs						Weiter wie vor 1998			Mit Massnahmen 98-03			CO2 ab Modellj. 2008			CO2 ab Modellj. 2013		
stock Emissionen [t]																	
HFC-134a	4	19	28	39	50	98	155	204	98	155	204	98	139	24	98	155	108
disposal Emissionen [t]																	
HFC-134a						1,4	20	35	0,7	10	18	0,7	10	14	0,7	10	18
filling Emissionen [t]																	
HFC-134a	0,09	0,21	0,24	0,27	0,30	0,35	0,40	0,43	0,35	0,40	0,43	0,35	0,19	0	0,35	0,40	0
Summe aller Emiss.	4	19	29	39	50	100	175	239	99	165	222	99	149	37	99	165	125
CO2-Äquiv. Tsd. t	5	25	37	51	65	130	227	311	129	214	288	129	194	48	129	214	163
Buses MACs						Weiter wie vor 1998			Mit Massnahmen 98-03			CO2 ab Modellj. 2008			CO2 ab Modellj. 2013		
stock Emissionen [t]																	
HFC-134a	12	29	35	43	50	78	95	108	66	60	64	66	55	8	66	60	34
disposal Emissionen [t]																	
HFC-134a						10	13	18	5	6	8	5	6	6	5	6	8
filling Emissionen [t]																	
HFC-134a	0,12	0,19	0,18	0,21	0,16	0,15	0,17	0,17	0,14	0,15	0,15	0,14	0,06	0	0,14	0,15	
Summe aller Emiss.	12	29	36	43	50	88	108	126	71	66	72	71	61	14	71	66	42
CO2-Äquiv. Tsd. t	16	38	46	56	65	115	141	164	93	86	93	93	79	19	93	86	55
Railcar MACs						Weiter wie vor 1998			Mit Massnahmen 98-03			CO2 ab Modellj. 2008			CO2 ab Modellj. 2013		
stock Emissionen [t]												keine Umstellung			keine Umstellung		
HFC-134a	0,5	1	2	2	2	4	5	9	3	5	7	3	5	7	3	5	7
disposal Emissionen [t]																	
HFC-134a								2			1			1			1
filling Emissionen [t]																	
HFC-134a	0,008	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,35	0,40	0,43	0,35	0,40	0,43	0,35	0,40	0,43
Summe aller Emiss.	0,5	1	2	2	2	4	5	11	4	5	8	4	5	8	4	5	8
CO2-Äquiv. Tsd. t	1	2	2	2	3	5	7	14	5	7	11	5	7	11	5	7	11
Ship MACs+Cooling						Weiter wie vor 1998			Mit Massnahmen 98-03			CO2 ab Modellj. 2008			CO2 ab Modellj. 2013		
stock Emissionen [t]												keine Umstellung			keine Umstellung		
HFC-134a	0	0,1	0,2	0,3	0,4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
404A	0	0,03	0,08	0,12	0,17	0,4	1	1	0,4	1	1	0,4	1	1	0,4	1	1
disposal Emissionen [t]																	
HFC-134a								1			0,4			0,4			0,4
404A								0,3			0,1			0,1			0,1
filling Emissionen [t]																	
HFC-134a	0	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
404A	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Summe aller Emiss.	0,0	0,1	0,3	0,4	1	1	2	6	1	2	5	1	2	5	1	2	3
CO2-Äquiv. Tsd. t	0	0,2	0,5	0,8	1,1	2,4	3,9	10,3	2,4	3,9	8,5	2,4	3,9	8,5	2,4	3,9	8,5

Refrigeration trucks						Weiter wie vor 1998			Mit Massnahmen 98-03			CO2 ab Modellj. 2008			CO2 ab Modellj. 2013		
stock Emissionen [t]																	
HFC-134a	3	6	7	9	10	12	12	13	10	8	9	10	6	0	10	8	3
404A	8	22	26	31	36	41	42	45	35,2	28	30	35	23	0	35,2	28	8
410A	0,3	2	3	4	4	5	6	6	4,7	4	4	5	3	0	4,7	4	1
152a v. 401B		0,1	0,20	0,23	0,23	0,08			0,08			0,08			0,08		
218 v. 413A		0,1	0,20	0,23	0,23	0,08			0,08			0,08			0,08		
disposal Emissionen [t]																	
HFC-134a						2,1	4	4	1,0	2	2,0	1,0	2	0,0	1,0	2	2,0
404A						9,1	11	11,2	4,6	5,3	5,6	4,6	5,3	0,0	4,6	5,3	5,6
410A						1,3	1,5	1,6	0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	0,0	0,6	0,7	0,8
152a v. 401B						0,1			0,03			0,03			0,03		
218 v. 413A						0,1			0,03			0,03			0,03		
filling Emissionen [t]																	
HFC-134a	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,00	0	0,01	0,02	0
404A	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	0,00	0	0,05	0,06	0
410A	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0	0,01	0,01	0
Summe ohne FKW	11	30	36	44	51	70	76	81	56	48	51	56	40	0	56	48	21
CO2-Äquiv. Tsd. t	29,3	83,1	99,96	120	138,1	191,9	205,2	219,8	154	130	139	154	110	0	154	130	55
Reefer Container						Weiter wie vor 1998			Mit Massnahmen 98-03			CO2 ab Modellj. 2008			CO2 ab Modellj. 2013		
stock Emissionen [t]																	
HFC-134a	5	15,53	18,9	22,1	25,3	36	39	38	36	39	38	36	33	5	36	39	19
404A		0,4	0,7	1,1	1,6	3,2	4	6	3,2	4	6	3,2	3,9	0,7	3,2	4	3
disposal Emissionen [t]																	
HFC-134a							23	12		11	6		11,5	6,0		11	6
404A								1,8			0,9			0,9			4
Summe aller Emiss.	4,7	15,9	19,6	23,2	26,9	39,6	66,5	57,3	39,6	55,0	50,3	39,6	48,1	12,2	39,6	55,0	31,4
CO2-Äquiv. Tsd. t	6	22	27	32	38	58	95	89	58	80	78	58	70	19	58	80	54
Subtotal HFC II (mobil)																	
Summe HFKW	151	644	884	1.132	1.376	2.505	3.974	4.434	2.434	3.579	3.909	2.434	3.294	787	2.434	3.578	2.320
CO2-Äquiv. Tsd. t	212	883	1.204	1.537	1.864	3.364	5.283	5.896	3.252	4.730	5.169	3.252	4.348	1.029	3.252	4.730	3.061
nachrichtlich																	
Transport solo	15	46	56	67	77	110	142	139	96	103	102	96	88	12	96	103	52
Mobiles Klima solo	136	598	828	1065	1298	2395	3832	4295	2338	3476	3807	2338	3205	775	2338	3475	2268

Tab. A4: FKW

FKW Emissionen	1990	1995	1998	1999	2000	2001	2005	2010	2020	2005	2010	2020	2005	2010	2020
Aluminium Produktion							Weiter wie vor 1998			Mit Massnahmen 98-03			Mit weiteren Maßnahmen		
lfd. Emissionen [t]							kg CF4/t Al: 0,22-0,20-0,16			1610.000 t/y Al. SW/PF-Mix			610.000 t/y Alu; PF ab 09		
CF4	316	209	157	116	48	50	134	122	98	48	48	48	48	32	32
C2F6	32	21	16	12	5	5	13,42	12	10	5	5	5	5	3	3
Summe aller Emiss.	348	230	173	128	53	55	148	134	107	53	53	53	53	36	36
CO2-Äquiv. Tsd. t	2.348,4	1.551,7	1.167,7	864,4	358,0	371,5	995,8	905,2	724,2	354,3	354,3	354,3	354,3	240,7	240,7

Kältetechnik	1990	1995	1998	1999	2000	2001	2005	2010	2020	2005	2010	2020	2005	2010	2020
lfd. Emissionen [t]							Weiter wie vor 1998			Mit Massnahmen 98-03			Mit weiteren Maßnahmen		
							W: 0%	W: 0%	W: 0%	W: 0%	W: 0%	W: 0%	W: 0%	W: 0%	W: 0%
C3F8 (R-218)		1,2	7,2	9,2	10,1	10,8	10,6	1,7	0,1	9,5	1,1	0,10	9,1	1,1	0,06
C2F6 (R-116)		0	0,248	0,4	0,6	0,8	1,6	2,2	2,2	1,6	2,1	2,1	1,6	2,0	1,5
disposal Emissionen [t]															
C3F8 (R-218)							2,3	1,4	0,03	1,1	0,7	0,02	1,1	0,7	0,02
C2F6 (R-116)								0,9	1,1		0,5	0,6		0,5	0,5
Summe aller Emiss.	0	1	7	10	11	12	14	5	2	12	4	2	12	4	2
CO2-Äquiv. Tsd. t	0	8,1	52,4	68,1	76,5	83,4	105,0	49,8	32,2	89,6	35,8	25,4	86,9	35,6	18,8

Tab. A5: SF₆ in elektrischen Betriebsmitteln

SF ₆ alle Anwendungen	1990	1995	1998	1999	2000	2001	2005	2010	2020	2005	2010	2020	2005	2010	2020
Elektrische Betriebsmittel							Weiter wie vor 1998			Mit Massnahmen 98-03			Mit weiteren Maßnahmen		
Bestand in t		937	1122,05	1198,8	1257,01	1313	1577	1847	2147	1577	1847	2147	1577	1753	1753
Hochspannung	NE	789	856	886	907	927	1007	1067	967	1007	1067	967	1007	1067	967
Mittelspannung	NE	148	266	313	350	386	570	780	1180	570	780	1180	570	686	786
"filling" Emissionen [t]													MS-Anl. für Int. 75% o SF6		
SF ₆	16	17,1	19,3	13,4	12,1	10,0	23,0	22,9	23,1	11,7	10,7	10,4	11,7	10,2	10,6
stock Emissionen [t]															
SF ₆	6,5	7,6	8,2	8,6	8,3	8,5	9,0	9,7	7,4	9,0	9,7	7,4	9,0	9,6	7,0
disposal Emissionen [t]															
SF ₆	NE	NE	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,9	0,1	0,5	0,9	0,1	0,5	0,9
Summe aller Emiss.	22,5	24,8	27,6	22,1	20,4	18,5	32	33	31	21	21	18,6	21	20	18,5
CO ₂ -Äquiv. Tsd. t	537,8	591,6	659,5	527,2	488,7	442,6	767,2	790,4	749,8	498,8	499,3	445,4	498,8	485,9	442,3
23900															
Sonstige elektr. Anw							Weiter wie vor 1998			Mit Massnahmen 98-03			Mit weiteren Maßnahmen		
"filling" Emissionen [t]							alle drei Szenarien gleich			alle drei Szenarien gleich			alle drei Szenarien gleich		
SF ₆		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
stock Emissionen [t]															
SF ₆		3,3	3,7	3,7	3,8	3,8	3,82	3,82	3,82	3,82	3,82	3,82	3,82	3,82	3,82
disposal Emissionen [t]															
SF ₆		0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Summe aller Emiss.	3,0	3,4	3,8	3,8	3,9	4,0	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
CO ₂ -Äquiv. Tsd. t	##	72,4	80,7	90,0	91,4	92,5	101,2	101,2	101,2	101,2	101,2	101,2	101,2	101,2	101,2
Halbleiter							Weiter wie vor 1998			Mit Massnahmen 98-03			Mit weiteren Maßnahmen		
lfd. Emissionen [t]							W: 5%	W: 5%	W: 5%	W: 5%	W: 5%	W: 5%	W: 5%	W: 5%	W: 5%
SF ₆	3,7	2,0	2,4	2,2	2,4	1,8	2,2	2,8	4,6	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Summe aller Emiss.	4	2	2	2	2	2	2	3	5	2	2	2	2	2	2
CO ₂ -Äquiv. Tsd. t	88,4	48,7	58,2	52,4	56,3	43,9	53,3	68,0	110,8	43,9	43,8	43,8	43,9	43,8	43,8

Tab. A6: SF₆ in sonstigen Anwendungen

SF ₆ alle Anwendungen	1990	1995	1998	1999	2000	2001	2005	2010	2020	2005	2010	2020	2005	2010	2020
Magnesiumguss							Weiter wie vor 1998			Mit Massnahmen 98-03			Mit weiteren Maßnahmen		
Anwendung							Koeffizienten von 1997			Koeffizienten sinken			Schutzgas ab 07 o. GWP		Schutzgas ab 07 134a
SF ₆	7,4	7,7	9,6	10,6	11,7	14,0	22,3	34,7	55,9	17,1	22,3	29,0	17,1	0,0	0,0
Summe aller Emiss.	7,4	7,7	9,6	10,6	11,7	14,0	22,3	34,7	55,9	17,1	22,3	29,0	17,1	0,0	0,0
CO ₂ -Äquiv. Tsd. t	176,9	185,2	228,4	252,2	279,3	333,7	532,1	828,6	1336,6	409,9	533,2	694,3	409,9	0,0	0,0
Schallschutzscheiben							Weiter wie vor 1998			Mit Massnahmen 98-03			Mit weiteren Maßnahmen		
filling Emissionen [t]							SF ₆ zu Ar bei 33% konst.			Verbot ab 2004 in neuen			Wie 98-03		
SF ₆	60	92	37	32	29	25	29	29	29	0	0	0	0	0	0
stock Emissionen [t]															
SF ₆	9	16	20	20	20	21	22	21	16	21	18	6,8	21	18	6,8
disposal Emissionen [t]															
SF ₆					3	6	30	75	143	30	67	143	30	67	143
Summe aller Emiss.	69	108	56	52	52	51	82	126	188	51	85	149,4	51	85	149,4
CO ₂ -Äquiv. Tsd. t	1.646	2.578	1.347	1.244	1.237	1.226	1.955	3.008	4.497	1.221	2.021	3.570	1.221	2.021	3.570
Autoreifen							Weiter wie vor 1998			Mit Massnahmen 98-03			Mit weiteren Maßnahmen		
filling Emissionen [t] 0,8%							Der Konsum 97 v. 50 bleibt			Konsum endet 2004			mit 98-03 identisch		
SF ₆	0,8	1,0	0,24	0,07	0,05	0,03	0,40	0,40	0,40	0	0	0	0	0	0
disposal Emissionen [t]															
SF ₆	65,0	110	125,0	67,0	50,0	30,0	50,0	50,0	50,0	2,5	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0
Summe aller Emiss.	65,8	111,0	125,2	67,1	50,0	30,0	50,4	50,4	50,4	2,5	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0
CO ₂ -Äquiv. Tsd. t	1572,6	2.652,9	2993,2	1603,0	1196,1	717,8	1204,6	1204,6	1204,6	59,8	0,0	0,0	59,8	0,0	0,0
Military Radar (AWACS)							Weiter wie vor 1998			Mit Massnahmen 98-03			Mit weiteren Maßnahmen		
lfd. Emissionen [t]							Keine Umstellung			Keine Umstellung			Keine Umstellung		
SF ₆	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Summe aller Emiss.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
CO ₂ -Äquiv. Tsd. t	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9
Tracer gas							Weiter wie vor 1998			Mit Massnahmen 98-03			Mit weiteren Maßnahmen		
lfd. Emissionen [t]							Keine Umstellung			Keine Umstellung			Keine Umstellung		
SF ₆	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Summe aller Emiss.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
CO ₂ -Äquiv. Tsd. t	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Alu-Reinigung							Weiter wie vor 1998			Mit Massnahmen 98-03			Mit weiteren Maßnahmen		
lfd. Emissionen [t]							Keine Umstellung			Keine Änderung			Abschaffung ab 2008		
SF ₆	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0
Summe aller Emiss.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0
CO ₂ -Äquiv. Tsd. t	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	0,0	0,0