

Statusberichte

Aktuelle und künftige Emissionen treibhauswirksamer fluoriierter Verbindungen in Deutschland

Statusbericht von Öko-Recherche für das Umweltbundesamt

Winfried Schwarz, André Leisewitz

Öko-Recherche, Büro für Umweltforschung und -beratung, Kaiserstr. 61, D-60329 Frankfurt am Main

Korrespondenzautor: Dr. André Leisewitz

Zusammenfassung

Die fluorierten Verbindungen Schwefelhexafluorid (SF_6), perfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe (CF_4 , C_2F_6) und wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW) zählen zu den atmosphärischen Spurengasen mit extrem hohen Treibhauspotentialen. Untersucht werden für Deutschland ihre realen Emissionen für 1990-1995, und Prognosen für die Jahre bis 2020 werden aufgestellt. Diesen Prognosen zufolge vermindern sich die jährlichen Freisetzen von $\text{CF}_4/\text{C}_2\text{F}_6$ von 1990 bis 2000 von 335 t/34 t auf 100 t/10 t infolge Automatisierungsmaßnahmen an der Hauptquelle (Aluminiumhütten). Die Emissionen von SF_6 bleiben dagegen bis 2020 im Schwankungsbereich zwischen 200 und 300 t jährlich. Hauptemittenten sind nicht elektrische Schaltanlagen, da diese relativ dicht sind und über ein Entsorgungs- und Wiederaufarbeitungskonzept für gebrauchtes Gas verfügen, sondern mit großem Abstand Autoreifen und Schallschutzscheiben. Bei den erst seit 1990 gezielt als FCKW-Nachfolger eingesetzten H-FKW ist mit fortschreitender FCKW-Substitution in der stationären und mobilen Kälte- und Klimatechnik, bei PU-Montageschaum und Asthmasprays mit einer sprunghaften Zunahme der Emissionen bis auf über 9700 t/a ab dem Jahr 2007 zu rechnen, sofern sich nicht halogenfreie Alternativen stärker durchsetzen. Im Jahr 2020 werden bei Annahme dieser Trends die kumulierten Emissionen der genannten fluorierten Verbindungen der Treibhauswirkung von 25 Mio. t CO_2 entsprechen (GWP-Betrachtungszeitraum: 100 Jahre).

Schlagwörter: Global Warming Potential (GWP), fluorierte Verbindungen; Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW); Kohlenwasserstoffe; Perfluorethan (C_2F_6); Perfluormethan (CF_4); Schwefelhexafluorid (SF_6); Treibhausgas

Abstract

The fluorinated compounds sulphur hexafluoride (SF_6), perfluorocarbons (CF_4 , C_2F_6) and hydrofluorocarbons (HFCs) are atmospheric trace gases with extremely high global warming potentials (GWP). The study examines the real emissions of these compounds in Germany between 1990 and 1995, and develops projections for the years up to 2020. These projections indicate that annual perfluorocarbon releases will drop between the years 1990 and 2000 from 335 t/34 t to 100 t/10 t due to automation measures at the main source (aluminium smelting). Sulphur hexafluoride emissions, however, will remain in the range between 200 and 300 t per annum until the year 2020. By far the largest emitters are car tyres and sound-insulation glazing, non-electrical swithgear, the latter being relatively well sealed and linked to management and reprocessing concepts for used gas. As concerns hydrofluorocarbons which have only been used since 1990 with the specific intention of substituting chlorofluorocarbons (CFCs), an increasing degree of CFC substitution in stationary and mobile refrigeration technology, in canned PUR foams and in asthma sprays must be expected to lead to steeply rising emissions to levels exceeding 9,700 t/a from the year 2007 onwards, if halogen-free alternatives are not used more strongly. Assuming these trends, the cumulative emissions of the stated fluorinated compounds will correspond to a global warming impact of 25 million t CO_2 (GWP time horizon: 100 years) by the year 2020.

Keywords: Atmospheric trace gases; carbons; Global Warming Potential (GWP), fluorinated compounds; hydrofluorocarbons (HFCs); perfluorocarbons (CF_4 , C_2F_6); sulphur hexafluoride (SF_6)

1 Einleitung

Fluorierte Verbindungen wurden erst in den letzten Jahren auf ihre Klimarelevanz hin intensiver untersucht. Sie sind wegen ihres außerordentlich hohen spezifischen Beitrags zum Treibhauspotential u.a. Gegenstand politischer Verhandlungen

mit dem Ziel einer Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre.

Es handelt sich vor allem um das vollfluorierte Schwefelhexafluorid (SF_6) und perfluorierte Kohlenwasserstoffe wie Perfluormethan (CF_4) und Perfluorethan (C_2F_6). Dazu kommen

wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW) wie R134a, R125 und R143a. Bei der 3. Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention in Kyoto (1.-10.12.1997) sind neben Kohlendioxid, Methan und Distickstoffoxid auch die H-FKW, die perfluorierten Kohlenwasserstoffe und Schwefelhexafluorid in das Reduktionsprotokoll aufgenommen worden. In dieser Hinsicht geht das Protokoll von Kyoto über den Reduktionsvorschlag der EU-Länder hinaus (Umwelt, 1998).

Die Klimawirksamkeit dieser Verbindungen resultiert aus ihren z.T. extrem langen, bis in den Bereich von Jahrtausenden reichenden atmosphärischen Verweilzeiten, verbunden mit hoher spezifischer Absorption der einzelnen Moleküle im treibhausrelevanten infraroten Spektralbereich. Diese fluorierten Verbindungen stellen daher die mit Abstand treibhauswirksamsten Stoffe in der Atmosphäre dar (vgl. IPCC, 1995; HARNISCH, 1996; MAISS et al., 1996; BARTELL et al., 1997). Die als Maßzahlen zum Vergleich mit CO₂ als Referenzsubstanz herangezogenen Global Warming Potentials (GWPs) erreichen bei Betrachtung eines Zeithorizontes von 100 Jahren für SF₆ Werte von 23900, für C₂F₆ 9200, für CF₄ 6500 und für die technisch wichtigsten H-FKW Werte zwischen 1000 und 2000 (GWP von CO₂ = 1).

In Deutschland werden jährlich nicht zu vernachlässigende Mengen aller drei genannten Gruppen von fluorierten Verbindungen frei. Die Hauptemissionsquellen für CF₄/C₂F₆ sind

Aluminiumhütten, für SF₆ die Verwendung als Füllgas von Autoreifen und Schallschutzscheiben, für H-FKW die Kälte- und Klimatechnik.

Wir geben im folgenden eine Übersicht zur Realentwicklung von Verbrauch und Emissionen der genannten Stoffe zwischen 1990 und 1995 und stellen auf der Grundlage der von Herstellern und Anwendern gegenwärtig verfolgten Trends Prognosen für die Jahre bis 2020 auf. Es versteht sich, daß die prognostizierten Emissionswerte zwar Plausibilität, aber nicht Verbindlichkeit beanspruchen können. Bei den Emissionsszenarien werden mögliche Reduktionszwänge, wie sie sich jetzt aus dem Kyoto-Protokoll auch für die fluorierten Verbindungen ergeben, in Rechnung gestellt. Die Prognose-szenarien basieren auf eher konservativen Schätzungen. Dies impliziert, daß z.B. durch technisch/technologische Optimierung in vielen Fällen niedrigere Emissionsraten erreichbar sind. Die Berechnungsverfahren und Detailszenarien können der Gesamtstudie entnommen werden, die dem Umweltbundesamt vorliegt (SCHWARZ & LEISEWITZ, 1996).

2 Inländische Emissionen der drei Stoffgruppen – Trends

Die Emissionen von CF₄/C₂F₆, SF₆ und H-FKW entwickeln sich seit 1990 mit unterschiedlicher Richtung und Dynamik. Es ergeben sich folgende Prognosen bis 2020:

Tabelle 1: CF₄-, C₂F₆- und SF₆-Emissionen 1990-2020 in Tonnen pro Jahr

	1990	1995	2000	2005	2010	2020	Entwicklung 1990-2020
1. CF ₄	355	218	106	105	105	105	- 70,4%
2. C ₂ F ₆	42	27	12,5	11	11	11	- 73,8%
3. SF ₆	163	251	208	186	226	292	+ 79,1%
4. H-FKW teilw.*	200	2202	4002	6160	6728	5033	+ 2426,5%
5. H-FKW vollst.*	200	2214	4873	7991	9700	9504	+ 4652,0%

* "H-FKW teilw." und "H-FKW vollst." stellen zwei verschiedene Modelle zur Abschätzung der künftigen H-FKW-Emissionen dar. Wird angenommen, daß der Ersatz der FCKW und H-FCKW ganz durch H-FKW geschieht, ergibt sich der in Zeile 5 angegebene Trend; wird nur ein teilweiser Umstieg von FCKW/H-FCKW auf H-FKW angenommen, gilt Zeile 4

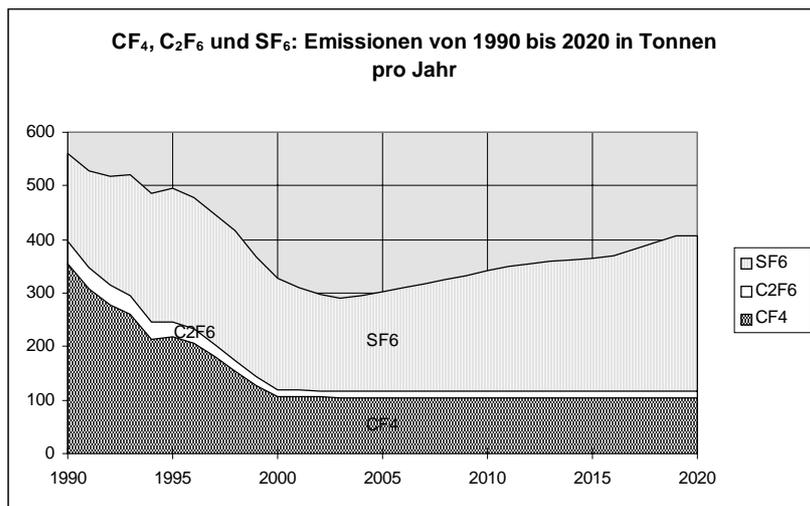


Abb. 1: Emissionen vollfluorierter Verbindungen von 1990 bis 2020 in t/a (Realentwicklung und Prognose). Während die Emissionen der perfluorierten FKW CF₄ und C₂F₆ bis zum Jahr 2000 deutlich zurückgehen, nehmen die vor allem aus Autoreifen- und Schallschutzscheibenfüllung stammenden SF₆-Emissionen noch bis zum Jahr 2020 zu

2.1 Emissionsrückgang bei $\text{CF}_4/\text{C}_2\text{F}_6$

Die jährlichen Freisetzen vermindern sich bis zum Jahr 2000 auf 30% der Ausgangsmenge des Bezugsjahres 1990: von 355 t/42 t (1990) über 218 t/27 t (1995) auf langfristig stabile 106 t/12 t (\rightarrow Tabelle 1 und Abb. 1).

Hauptgrund für diesen Emissionsrückgang sind Kapazitätsabbau und – in stärkerem Maße – Modernisierungsmaßnahmen in der Aluminiumindustrie, die zu 95% jene Emissionen verursacht. Sie entstehen ungewollt als Nebeneffekt der elektrolytischen Reduktion von Tonerde zu Aluminium, und zwar umso weniger, je exakter und kontinuierlicher die Zufuhr der Tonerde in das Elektrolysebad erfolgt. Da das Modernisierungspotential der inländischen Aluminiumelektrolysen aus gegenwärtiger Sicht ab dem Jahr 2000 weitgehend ausgeschöpft sein wird, ist davon auszugehen, daß sich der Trend der Emissionsverringerung nicht bis ins nächste Jahrtausend fortsetzen wird.

2.2 Leichter Anstieg der Emissionen von SF_6

Zwischen 1990 und 1995 sind die Inlandemissionen von 163 t auf 251 t gestiegen. Halten die gegenwärtigen Nutzungstrends an, werden die Freisetzen nach einem vorübergehenden Rückgang zwischen 1997 und 2000 erneut zunehmen und ihr Maximum im Jahr 2020 bei knapp 300 t erreichen (\rightarrow Tabelle 1 und Abb. 1).

Die Zunahme der SF_6 -Emissionen von 1990 bis 1997 beruht auf einer Ausweitung der beiden mit jeweils 40-44% an den Gesamtemissionen beteiligten Anwendungen Füllgas für Autoreifen und für Schallschutz-Isolierglasscheiben. Seit

1997 ist zwar mit einem Rückgang der umstrittenen SF_6 -Verwendung zur Reifenfüllung zu rechnen; drei Jahre später (2000) auch mit einem entsprechenden Emissionsrückgang. Ab 2000 steigen allerdings die Emissionen aus dem Sektor Schallschutzscheiben kräftig an. Denn dann beginnt der Rückbau der seit 1975 genutzten und nach 20-30 Jahren Lebensdauer unbrauchbar gewordenen Fenstergläser. Da es im Unterschied zu SF_6 -isolierten elektrischen Schaltanlagen bei der Ausmusterung kein Entsorgungs- oder Wiederaufarbeitungskonzept gibt, werden im Jahr 2020 fast 200 t SF_6 aus dem Sektor Schallschutzscheiben in die Atmosphäre entweichen. Gegenüber den Emissionsquellen Autoreifen und Schallschutzscheiben sind Hochspannungsschaltanlagen, Magnesiumgießereien und sonstige Anwendungsbereiche des Gases von untergeordneter Bedeutung. Die Gasisolierung von Hochspannungsschaltanlagen *verbraucht* zwar über die Hälfte der jährlich in Deutschland verkauften SF_6 -Menge. Da diese Anlagen aber erstens sehr dicht sind und zweitens für ihre Entsorgung ein Wiederaufarbeitungskonzept des SF_6 -Gases vorhanden ist, liegen die jährlichen Emissionen bei ca. 10 t.

2.3 Sprunghafte Zunahme bei H-FKW

Die erst ab 1990 gezielt als FCKW/H-FCKW-Nachfolgestoffe hergestellten H-FKW emittieren in nennenswertem Umfang seit 1993 in die Atmosphäre. Im Jahre 1995 wurden rd. 2000 t des hauptsächlich Verwendung findenden H-FKW Tetrahydrofluorethan (R 134a) freigesetzt. Die wegen des Verwendungsverbots notwendige FCKW-Substitution kann teilweise sowohl durch fluorierte Gase als auch durch halogenfreie Alternativen erfolgen. Wir gehen daher von zwei Szenarien (vollständiger FCKW-Ersatz durch H-FKW und teilweiser Umstieg auf H-FKW) aus.

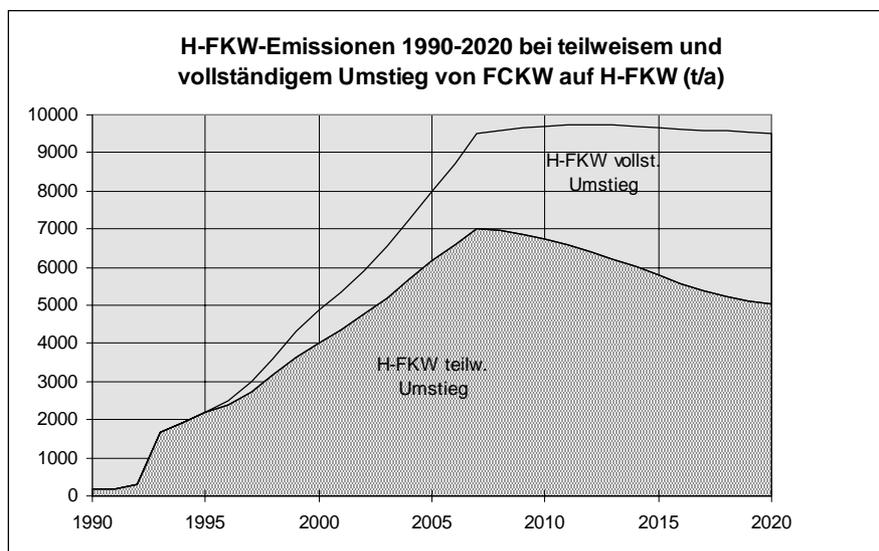


Abb. 2: H-FKW-Emissionen 1990-2020 in Tonnen pro Jahr bei teilweisem und bei vollständigem FCKW-Umstieg auf H-FKW (Realentwicklung und Prognosen). Werden nicht alle gegenwärtigen FCKW/H-FCKW-Anwendungen durch H-FKW, sondern zum Teil durch halogenfreie Alternativen ersetzt (Ammoniak und brennbare Kohlenwasserstoffe in der stationären, CO_2 in der mobilen Kältetechnik), steigen die Emissionen nicht bis auf 9700 t/a, sondern nur bis auf 7000 t/a – mit rückläufiger Tendenz auf 5000 t/a im Jahr 2020

Im Zuge der bis nach 2000 währenden FCKW-Substitution wird unter der Annahme eines *vollständigen* FCKW-Umstiegs auf H-FKW um das Jahr 2007 ein langfristig stabilisiertes Emissionsniveau von ca. 9700 t/a erreicht werden (→ *Tabelle 1, Z. 5; Abb. 2*). Bei entsprechenden Randbedingungen, insbesondere einer Fortsetzung oder Intensivierung der öffentlichen Klimadebatte, ist jedoch auch ein nur *partieller* Umstieg von FCKW auf H-FKW zugunsten eines höheren Anteils halogenfreier Alternativen denkbar. In diesem Fall ist nach einem Maximum der H-FKW-Emissionen von ca. 7000 t im Jahr 2007 mit einem Emissionsrückgang auf 5000 t/a bis 2020 zu rechnen (→ *Tabelle 1, Z. 4; Abb. 2*).

Die seit 1990 für H-FKW infrage kommenden FCKW-Anwendungen sind Kältemittel in stationären und mobilen Anlagen sowie Treibgase für Polyurethan-Montage-Schaum und Asthmasprays. Bei *vollständigem* Umstieg auf H-FKW würden ab 2007 aus der stationären Kältetechnik (Gewerbe, Industrie, Gebäudeklima) jährlich knapp 5000 t und aus der mobilen Kältetechnik (zu 90% Pkw-Klimaanlagen) ca.

2600 t H-FKW frei. Dazu kämen H-FKW-Treibgase im Umfang von ca. 1700 t aus PU-Schaumdosens und 400 t aus Asthma-Dosiersprays.

Ein nur *teilweiser* H-FKW-Umstieg, der im Jahr 2020 mit nur etwa halb so viel Emissionen verbunden wäre, gründet sich auf die verstärkte Hinwendung zu Ammoniak und einfachen Kohlenwasserstoffen in der stationären Kältetechnik und zu Kohlendioxid bei Pkw-Klimaanlagen. In der inhalativen Asthmabehandlung werden als Alternative zu treibgasbasierten Dosiersprays bereits neuentwickelte dosiergenaue Pulverinhalatoren eingesetzt.

3 Treibhauswirksamkeit der Emissionen

Tabelle 2 und *Abbildung 3* geben den aus den Verbrauchs- und Emissionsprognosen abgeleiteten, kumulierten Beitrag der fluorierten Verbindungen zum Treibhauseffekt zwischen 1990 und 2020 wieder, gemessen in Mio. t CO₂-Äquivalente.

Tabelle 2: Emissionen fluoriertter Verbindungen in Mio. t CO₂-Äquivalente 1990-2020 Tonnen pro Jahr

	1990	1995	2000	2005	2010	2020
1. CF ₄	2,31	1,41	0,69	0,68	0,68	0,68
2. C ₂ F ₆	0,39	0,25	0,12	0,10	0,10	0,10
3. SF ₆	3,90	6,01	4,98	4,45	5,40	6,97
4. H-FKW teilw.	2,34	3,20	5,03	9,23	10,64	8,14
5. H-FKW vollst.	2,34	3,21	6,88	13,90	17,79	17,54

Berechnung: Tonnage der Emissionen aus *Tabelle 1* – multipliziert mit den spezifischen GWP-Werten für einen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren (IPCC 1995)

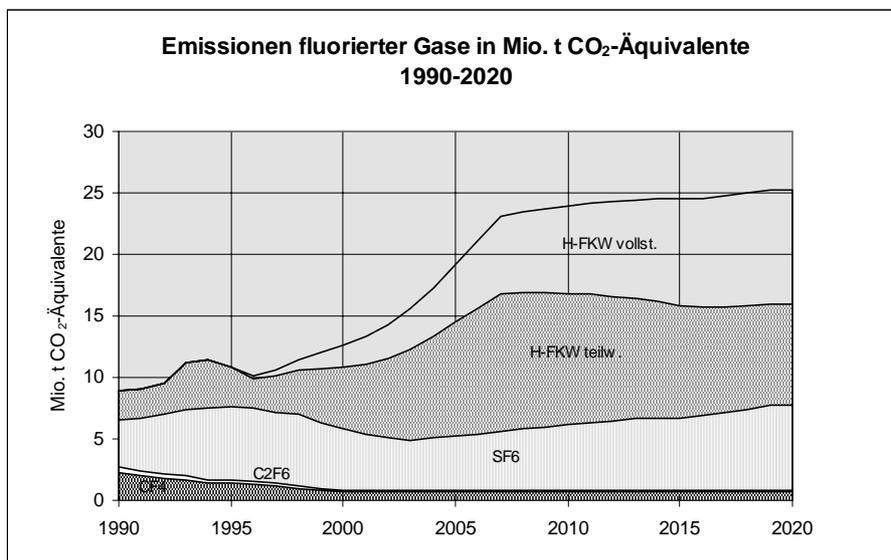


Abb. 3: Emissionen fluoriertter Verbindungen in Mio. t CO₂-Äquivalente 1990-2020 (Realentwicklung und Prognosen). Die kumulierten Beiträge zum Treibhauseffekt entsprechen im Jahr 2020 im Falle vollständigen H-FKW-Umstiegs der Wirkung von 25 Mio. t CO₂. Die wichtigsten Stoffe sind SF₆ und H-FKW, während perfluorierte Alkane nach 2000 von geringerer Bedeutung sind. Sollte der Ersatz von FCKW nur teilweise durch H-FKW erfolgen ("H-FKW teilw."), beträgt das Treibhauspotential der emittierten fluorierten Verbindungen fast 10 Mio. t CO₂-Äquivalente weniger

Wie eingangs bemerkt, sind die spezifischen GWP-Werte der einzelnen fluorierten Verbindungen sehr verschieden. Das GWP von SF₆ beträgt mit 23900 mehr als das 18-fache des GWPs von H-FKW 134a, das 1300 CO₂-Äquivalenten entspricht. Darum ist, über einen 100jährigen Zeitraum betrachtet, die Strahlungswirkung von z.B. 300 t SF₆ mit jener von 5000 t H-FKW vergleichbar, mit anderen Worten: Der Beitrag beider Stoffmengen zur Erwärmung der Erdatmosphäre ist in etwa gleich groß.

Von den betrachteten fluorierten Verbindungen kommt im Zeitraum 1990 bis 2000 dem SF₆ der größte Anteil am anthropogenen Treibhauseffekt zu. Dieses Verhältnis verschiebt sich zu Beginn des nächsten Jahrhunderts, ausgelöst durch verstärkte FCKW-Substitution, in Richtung H-FKW.

Aus **Tabelle 2** und **Abbildung 3** wird nicht nur die große Klimarelevanz der SF₆- und H-FKW-Emissionen deutlich, sondern auch beim FCKW-Ersatz die entlastende Wirkung eines nur teilweisen H-FKW-Umstiegs gegenüber einem vollständigen. Die kumulierten Beiträge zum Treibhauseffekt entsprechen im Jahr 2020 im Falle eines vollständigen FCKW-Ersatzes durch H-FKW der Wirkung von 25 Mio. t CO₂. Sollte der Ersatz von FCKW nur partiell durch H-FKW und sonst durch nicht treibhauswirksame Verfahren erfolgen ("H-FKW teilweise"), beträgt das Treibhauspotential der emittierten fluorierten Verbindungen immerhin fast 10 Mio. t CO₂-Äquivalente weniger.

4 Zur Klimarelevanz der inländischen Emissionen fluoriierter Verbindungen

Die Bedeutung der Emissionen der fluorierten Verbindungen H-FKW, SF₆ und CF₄/C₂F₆ erscheint, gemessen an den inländischen Gesamtemissionen treibhauswirksamer Spurengase, relativ gering. Aus **Tabelle 3** geht hervor, daß ihr zusam-

mengefaßter Anteil an den Gesamtemissionen – ausgedrückt als CO₂-Äquivalente – im Jahr 1990 ca. 0,7% betrug. Dennoch wäre es aus ökologischer Sicht nicht angebracht, die genannten fluorierten Verbindungen zu vernachlässigen. Denn erstens wird im Jahr 2020 ihr Anteil voraussichtlich auf 2,6% angestiegen sein. Zweitens sind H-FKW und SF₆ die einzigen treibhauswirksamen Spurengase, deren Emissionsmengen bis zum Jahr 2020 nicht ab, sondern zunehmen. Hier liegt einer der Gründe für ihre Berücksichtigung im Kyoto-Protokoll.

Im übrigen ist darauf zu verweisen, daß sich die treibhauswirksamen Gesamtemissionen aus einer Vielzahl von für sich genommen meist kleinen Einzelquellen speisen, die bei der notwendigen Reduktion der Treibhausgase alle angehalten sind, ihren entsprechen Reduktionsbeitrag zu leisten.

5 Literatur

- BARTELL, U.H.; R. BITSCH; M. SCHÖN (1997): SF₆ und die Atmosphäre – eine energietechnische Bilanz. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 47, 533-537
- HARNISCH, J. (1996): Die globalen atmosphärischen Haushalte der Spurengase Tetrafluormethan (CF₄) und Hexafluorethan (C₂F₆), Diss. Univ. Göttingen 1996
- IPCC (1995): Intergovernmental Panel on Climate Change, Second Assessment Report: Climate Change 1995, Cambridge University Press, Cambridge 1995
- MAISS, M.; L.P. STEEL; R.J. FRANCEY; P.J. FRASER; R.L. LANGENFELDS; N.B.A. TRIVETTS; I. LEVIN (1996): Sulfur Hexafluoride - A Powerful New Atmospheric Tracer. *Atmosph. Environm.* 30, 1621-1629
- SCHWARZ, W.; A. LEISEWITZ (1996): Aktuelle und künftige Emissionen treibhauswirksamer fluoriierter Verbindungen in Deutschland. *Umweltbundesamt Forschungsbericht* 106 01 074/01, Dezember 1996
- UMWELT (1998): Das Klimaprotokoll von Kyoto – Die wichtigsten Bestimmungen. *Umwelt (Hrsg. BMU)*, 20-21

Anhang

Treibhauswirksame fluorierte Verbindungen im Blickpunkt internationaler Klimapolitik

Petra Mahrenholz

Umweltbundesamt (UBA), Postfach 33 00 22, D-14191 Berlin

Der Mensch ist in der Lage, durch seine Tätigkeit das Klima zu verändern. Zu diesem Fazit gelangte die Klimaforschung während der letzten Dekaden. In Sorge um nachteilige Auswirkungen befürchteter Klimaänderungen ratifizierten bislang 169 Nationen die Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen. Deren Ziel ist es, Treibhausgasemissionen auf einem Niveau zu begrenzen, welches schädliche Auswirkungen auf Ökosysteme und zivilisatorische Systeme vermeidet.

Im Dezember 1997 verhandelten in Kyoto Vertreter von 160 Vertragsstaaten der Klimarahmenkonvention über ein Klima-

protokoll, mit welchem sich die Industrieländer erstmals in rechtsverbindlicher Form zur Reduktion von Treibhausgasemissionen verpflichten. Im Vorfeld der Verhandlungen reichte die Europäische Union (EU) einen Protokollvorschlag ein, welcher eine Emissionsreduktion von Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) zusammen bis zum Jahre 2010 um 15% vorsah (Basis: 1990). Intern wurde zwischen den EU-Mitgliedstaaten eine Lastenteilung vereinbart, welche Emissionsminderungen der einzelnen Staaten zwischen -30% (Luxemburg) und +40% (Portugal) vorsah. Deutschland war mit -25% beteiligt (→ **Tabelle 1**).

Auf Vorschlag der USA wurden die Reduktionsverpflichtungen auf die sogenannten unsterblichen Verbindungen Schwefelhexafluorid (SF₆) und perfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe (FKW) sowie wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW) ausgedehnt. Diese Stoffgruppe fluorierter Treibhausgase besitzt eine sehr große Klimawirksamkeit, da die Verbindungen aufgrund ihrer extrem stabilen Molekülstruktur sehr lange in der Atmosphäre verweilen (CF₄ bis zu 50 000 Jahre). Ein Abbau dieser Stoffe findet erst in der Mesosphäre (ab 50 km Höhe) durch energiereiche UV-Strahlung statt. Dieser Abbau erfolgt extrem langsam, so daß sich die Stoffe in der Atmosphäre akkumulieren und die atmosphärischen Konzentrationen steigen. Darüber hinaus absorbieren diese Gase die Infrarot-Strahlung in vielen Fällen effizienter als andere Treibhausgase. Beides zusammen schlägt sich in sehr hohen Treibhauspotentialen nieder. SF₆ ist das wirksamste bekannte Treibhausgas überhaupt, ein Molekül SF₆ besitzt etwa die 23 900fache Strahlungswirkung eines CO₂-Moleküls.

Das im japanischen Kyoto verabschiedete Klimaprotokoll sieht nun für die Industrieländer Emissionsreduktionen der Treibhausgabe CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, FKW und H-FKW um

insgesamt 5,2% bis zum Zeitraum 2008 - 2012 vor (Basis 1990/1995).

Die für die einzelnen Industrieländer geltenden differenzierten Ziele liegen in einer Bandbreite von -8% für die EU sowie die meisten osteuropäischen Staaten und +10% für Island. Die Ausweitung der Minderungsverpflichtung auf fluoridierte Verbindungen entspricht im allgemeinen einer Zielverschärfung, da in den nächsten Jahrzehnten aufgrund technischer Entwicklungen und einer verstärkten Nutzung als FCKW-Substitut insbesondere die H-FKW-Emissionen stark anwachsen werden. Angesichts dieser Modifikation des Minderungsziels wird gegenwärtig die Lastenteilung innerhalb der Mitgliedstaaten der EU neu diskutiert. Als Diskussionsbasis werden valide Daten benötigt, welche die aktuellen und zukünftigen Treibhausgasemissionen quantifizieren.

Da die fluoridierten Verbindungen erst seit wenigen Jahren im Augenmerk der Klimapolitik stehen, ist die Datengrundlage für diese internationalen Verhandlungen in fast allen Staaten recht dünn. Deutschland jedoch kann sich auf umfangreiches Wissen stützen, welches im Rahmen eines vom Umweltbundesamt in Auftrag gegebenen Forschungsvorhabens erarbeitet wurde.

Tabelle 1: EU-interne Lastenverteilung im Hinblick auf das Gesamtminderungsziel von 15% bis 2010 (Ratsbeschluß vom 03.03.1997)

Mitgliedstaaten	Emissionsindex 2010 für CO ₂ , CH ₄ und N ₂ O zusammen genommen (gewichtete Gesamtmenge unter Zugrundelegung eines auf einen Zeitraum von 100 Jahren bezogenen globalen Erwärmungspotentials) (1990 = 100)
Belgien	-10%
Dänemark	-25%
Deutschland	-25%
Griechenland	+30%
Spanien	+17%
Frankreich	0%
Irland	+15%
Italien	7%
Luxemburg	-30%
Niederlande	-10%
Österreich	-25%
Portugal	+ 40%
Finnland	0%
Schweden	+5%
Vereinigtes Königreich	-10%