

Unterrichtung
durch die Bundesregierung

Vierter Bericht der Bundesregierung über Maßnahmen zum Schutz der Ozonschicht

Inhaltsverzeichnis

	Seite
0. Einleitung	3
1. Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse über Veränderungen der stratosphärischen Ozonschicht	3
1.1 Beobachtungen zur globalen Ozonveränderung	3
1.2 Die Pinatubo-Anomalie	4
1.3 Das Ozonloch über der Antarktis	5
1.4 Die nordpolare Stratosphäre im Winter	5
1.4.1 Dynamische Besonderheiten im Vergleich zur Südhemisphäre	5
1.4.2 Die Winter 1994/95 und 1995/96	6
1.4.3 Folgerungen	6
2. Montrealer Protokoll	6
2.1 Änderungen/Anpassungen des Montrealer Protokolls	6
2.1.1 Vertragsstaatenkonferenz in Nairobi 1994	11
2.1.2 Vertragsstaatenkonferenz in Wien 1995	13
2.1.3 Vertragsstaatenkonferenz in San José 1996	16
2.2 Multilateraler Fonds zugunsten der Entwicklungsländer	16
2.3 Überführung in nationales Recht	17
2.4 Unterstützung ausgewählter Partnerländer im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit	17
2.5 Globale Umweltfazilität (GEF)	18
3. Regelungen in der Europäischen Union	19
3.1 Verordnung (EG) Nr. 3093/94 DES RATES vom 15. Dezember 1994 über Stoffe, die zu einem Abbau der Ozonschicht führen	19
3.2 Quotenvergabe/Lizenzerteilung	20
3.2.1 Einfuhr ozonabbauender Stoffe in die Europäische Union	20

Zugeleitet mit Schreiben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vom 17. Juli 1997.

	Seite	
3.2.2	Quoten für wesentliche Verwendungszwecke	20
3.2.3	Quoten für das Inverkehrbringen von H-FCKW	22
4.	Nationale Maßnahmen in der Bundesrepublik Deutschland	23
4.1	FCKW-Halon-Verbots-Verordnung	23
4.1.1	Ausnahmeregelung nach § 2 Abs. 2 – Medizinische Aerosole –	23
4.1.2	Ausnahmeregelungen nach § 6 Abs. 2 – Feuerlöschmittel –	23
4.1.3	Übergangsregelungen	24
4.1.3.1	Übergangsregelung nach § 10 Abs. 2	24
4.1.3.2	Bekanntmachung des Umweltbundesamtes	24
4.2	Selbstverpflichtungen	25
4.3	Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen (2. BImSchV)	25
4.4	Verminderung des Einsatzes von FCKW und Halonen bei der Bundeswehr	26
4.5	Einsatz von Brommethan (Methylbromid)	27
4.6	Chemikalien Straf- und Bußgeldverordnung (ChemStrOWiV)	28
4.7	Umweltzeichen	28
4.8	Verhältnis FCKW-Halon-Verbots-Verordnung zur EG-Verordnung 3093/94	28
5.	Entwicklung von Ersatzstoffen und -verfahren	30
5.1	Allgemeines	30
5.2	Kältetechnik	30
5.3	Verschäumung	30
5.4	Löschmittel	32
5.5	Einsatz im Labor	32
5.6	Reinigungs- und Lösungsmittel	32
5.7	Unverzichtbare Anwendungen	32
6.	Forschung	33
6.1	Forschungsprogramm zur Emissionsminderung ozonschichtschädigender Stoffe	33
6.2	Forschungsprogramm zur Untersuchung der Mechanismen des Ozonabbaus	34
6.3	Weitere Forschungsarbeiten	36
7.	Künftige Maßnahmen	36
7.1	Fortentwicklung des Montrealer Protokolls	36
7.2	Änderung der Verordnung (EG) Nr. 3093/94	36
7.3	Maßnahmen in der Bundesrepublik Deutschland	37
8.	Schlußbemerkungen	38
Anlagen		
Anlage 1:		
	Montrealer Protokoll	39
Anlage 2:		
	Übersicht von Ersatzstoffen	55

0. Einleitung

Entsprechend dem Auftrag des Deutschen Bundestages vom 9. März 1989 (Drucksache 11/4133) hat die Bundesregierung mit Schreiben des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vom 18. Oktober 1990 einen Ersten Bericht, mit Schreiben vom 19. November 1992 den Zweiten Bericht über Maßnahmen zum Schutz der Ozonschicht und mit Schreiben vom 30. September 1994 den Dritten Bericht dem Deutschen Bundestag vorgelegt (Drucksachen 11/8166, 12/3846 und 12/8555).

Herausragendes Ereignis in dem Zeitraum seit der Vorlage des Dritten Berichts war der Ausstieg aus der FCKW-Produktion in den Industriestaaten. Weltweit dürfen in den Industriestaaten seit dem 1. Januar 1996 keine vollhalogenierten FCKW mehr produziert werden. In den Mitgliedstaaten der Europäischen Union (EU) war die Produktionseinstellung bereits im Laufe des Jahres 1994 erfolgt – so z. B. in Deutschland Ende April/Anfang Mai 1994. Produktionsausnahmen bestehen noch bei FCKW zur Verwendung im Labor und in bestimmten medizinischen Sprays.

Gleichzeitig ist jedoch in den Entwicklungsländern eine weitere – aufgrund der Bestimmungen des Montrealer Protokolls erlaubte – Zunahme der FCKW-Verwendung und Herstellung zu beobachten, während in den ehemaligen Ostblockländern – entgegen den Bestimmungen des Montrealer Protokolls – weiterhin vollhalogenierte FCKW produziert, verwendet und teilweise auch exportiert werden. Die Beschleunigung

des Ausstieges in diesen Ländergruppen ist daher das wichtigste Ziel der Bundesregierung, um zu einer baldmöglichen Regenerierung der Ozonschicht zu gelangen.

Ein wichtiger Schritt auf dem Wege zum endgültigen Ausstieg aus der FCKW-Verwendung in den Entwicklungsländern erfolgte Anfang Dezember 1995 während der 7. Vertragsstaatenkonferenz zum Montrealer Protokoll in Wien. Dort konnte, 10 Jahre nach der Unterzeichnung des Wiener Übereinkommens zum Schutz der Ozonschicht, der 1. Januar 2010 als endgültiger Ausstiegstermin festgelegt werden. Gleichzeitig akzeptierten die Entwicklungsländer auch vertragliche Regelungen zum Ausstieg aus den teilhalogenierten (H-)FCKW. Zur finanziellen Unterstützung der Entwicklungsländer beim Ausstiegsprozeß wurde auf der 8. Vertragsstaatenkonferenz zum Montrealer Protokoll im November 1996 in San José, Costa Rica, die Wiederauffüllung des Multilateralen Fonds des Protokolls beschlossen. Damit stehen den Entwicklungsländern in den Jahren 1997 bis 1999 insgesamt 540 Mio. US-Dollar zur Unterstützung der Finanzierung der mit dem FCKW-Ausstieg verbundenen Kosten zur Verfügung.

In der Bundesrepublik Deutschland ist auch weiterhin ein beschleunigter Ausstieg aus der H-FCKW-Verwendung zu verzeichnen. Selbstverpflichtungen in wichtigen Verwendungsbereichen zeigen, daß auch ohne zusätzliche rechtliche Maßnahmen ein schneller H-FCKW-Verzicht möglich ist.

1. Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse über Veränderungen der stratosphärischen Ozonschicht

1.1 Beobachtungen zur globalen Ozonveränderung

Veränderungen der Ozonschicht aufgrund anthropogener Einflüsse sind sowohl Veränderungen der Gesamtmenge über einem bestimmten Ort (Ozonsäulendichte, ausgedrückt in Dobson-Einheiten, DU) als auch Veränderungen in der vertikalen Verteilung. Wegen ihrer Auswirkung als Filter gegen die UV-B-Strahlung kommt der Veränderung in der Gesamtsäule dabei besondere Bedeutung zu.

Messungen der Gesamtsäule des atmosphärischen Ozons sind relativ einfach zu erstellen; die Erstellung genügend langer und präziser Zeitreihen dagegen ist aufgrund von unvermeidlichen Instrumentinstabilitäten erheblich schwieriger. Die heute für Trendanalysen genutzten Datensätze stammen

(i) aus Meßreihen mit UV-Spektrometern am Boden;

von den insgesamt 43 Stationen, die über längere Meßreihen (seit etwa 1960) verfügen und deren Instrumente regelmäßig mit dem Welt-Standard-Dobson-Instrument verglichen werden, befindet sich die Mehrzahl in den mittleren Breiten der Nordhemisphäre, so daß in diesem Bereich sowohl die Zahl der Beobachtungen als auch die Datenqualität besonders hoch ist;

(ii) aus Beobachtungen mit UV-Spektrometern auf Satelliten;

diese Meßreihe ist deutlich kürzer (seit November 1978), liefert aber im Gegensatz zum Bodennetzwerk das globale Bild und stellt deshalb eine äußerst wichtige Ergänzung dar. Das vielleicht erfolgreichste In-

**Ozontrends in %/Dekade als Funktion
der geographischen Breite und der Jahreszeit
(hergeleitet aus SBUV- bzw. SBUV/2-Daten
im Zeitraum 1/79 bis 5/94)**

	Dezember bis Februar	März bis Mai	Juni bis August	September bis November	Ganz- jährig ¹⁾
65 N	-5,6	-6,3	- 3,5	- 4,3	- 5,0
55 N	-6,0	-6,1	- 3,0	- 3,7	- 4,8
45 N	-6,4	-5,7	- 2,8	- 3,1	- 4,6
35 N	-4,9	-4,5	- 3,1	- 2,9	- 3,9
25 N	-3,2	-2,7	- 2,7	- 3,0	- 2,9
15 N	-2,0	-1,8	- 2,0	- 2,6	- 2,1
5 N	-1,3	-1,7	- 1,8	- 1,6	- 1,6
5 S	-1,5	-1,8	- 2,5	- 2,1	- 2,0
15 S	-0,7	-0,3	- 1,5	- 1,0	- 0,9
25 S	-3,1	-2,7	- 3,6	- 2,7	- 3,0
35 S	-4,4	-5,3	- 6,5	- 3,9	- 5,0
45 S	-4,4	-5,0	- 6,6	- 3,5	- 4,9
55 S	-4,6	-6,3	-10,7	- 6,3	- 7,0
65 S	-5,8	-7,6	-14,3	-13,6	-10,4

strument (TOMS auf NIMBUS 7) ist nach fast fünfzehnjähriger Meßzeit am 6. Mai 1993 ausgefallen. Die Kontinuität der Satellitenmeßreihe wird aber zur Zeit durch SBUV (NIMBUS 7) und SBUV/2 (NOAA-11, seit Januar 1989) fortgesetzt. Die Daten des als TOMS/NIMBUS-7-Nachfolger geplanten TOMS-Gerätes auf dem Meteor 3-Satelliten (seit August 1991) werden aufgrund der wechselnden Beobachtungsgeometrie und der nicht validierten Datenqualität zur Zeit nicht in Trendanalysen einbezogen. Eine qualitativ hochwertige Fortsetzung der Ozongesamtsäulenmessung für den Rest dieses Jahrzehnts wird allerdings von dem GOME-Instrument auf dem europäischen Satelliten ERS-2 (seit April 1995) erwartet.

Die Meßreihen von Bodenstationen und Satelliteninstrumenten wurden – nach 1988 und 1992 – zuletzt 1994 (WMO-37, 1995) analysiert. Dabei wurde bestätigt, daß sich die früher beobachteten Trends fortsetzen und zum Teil weiter verschärfen und daß diese Trends eine deutliche Abhängigkeit von der geographischen Breite und der Jahreszeit haben. Die aus den SBUV- bzw. SBUV/2-Meßreihen hergeleiteten Trends sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Bezogen auf den Ganzjahreszeitraum sind demzufolge Abnahmen von 1 % pro Dekade in Äquaturnähe, bis zu 5 % bei 65° nördlicher Breite bzw. bis zu 10 % bei 65° südlicher Breite festzustellen. Diese Abnahmen verstärken sich in den Winter- und Frühjahrsmonaten beider Hemisphären. Die äquatorialen Trends sind statistisch nicht signifikant.

Ein der SBUV-Reihe ähnlicher Trend ergibt sich aus der Analyse der Meßreihen der bodengebundenen Dobson-Stationen. Dabei ist zu beachten, daß die Satellitendaten zonale Mittelungen darstellen und daß einzelne Bodenstationen auch zonal unterschiedliche Trends wiedergeben können. So beträgt z. B. der Trend der Hohenpeißenberg – Meßreihe (47,8 N, E) des DWD für die Wintermonate Dezember bis Februar minus 8,4 %/Dekade, während Stationen mit vergleichbarer geographischer Breite wie Bismark (46,8 N, E) und Sapporo (43,1 N, E) nur Trends von minus 1,9 % bzw. minus 6,8 %/Dekade aufweisen.

Ozontrends werden durch lineare Regressionen von Datensätzen gemessen, die für natürliche periodische Ozonvariationen wie den 11jährigen Sonnenfleckenzyklus und die quasi-zweijährige Oszillation (QBO) bereinigt sind. Da sich die Ozontrends allgemein verstärkt haben und weil als Folge des Ausbruchs des Pinatubo-Vulkans (1991) in den Jahren 1992 und 1993 besonders niedrige Ozonwerte beobachtet wurden, sind die abgeleiteten Trends auch von dem betrachteten Zeitraum abhängig.

Die in Tabelle 1 genannten Zahlen gelten für den Fünfzehnjahreszeitraum Januar 1979 bis Mai 1994. Wird diese Zeitreihe mit Hilfe der Meßreihen der Bodenstationen auf den 30-Jahre-Zeitraum 1964 bis 1994 ausgedehnt, so verringern sich die Trends um 1 bis 2,5 %, je nach geographischer Breite. Umgekehrt heißt dies, daß sich Ozontrends in den 80iger und frühen 90iger Jahren weiter verschärfen haben. Eine genauere Analyse von Dobson-Stationen nördlich von 25° N zeigt einen Zuwachs des ganzjährigen

¹⁾ Die Fehlerbreite dieser Trends (doppelte Standardabweichung, 95 % Vertrauensbereich) beträgt ca. 2 %/Dekade in höheren Breiten und ca. 1,5 %/Dekade in niedrigeren Breiten.

Quelle: DWD

Trends um weitere minus 1,8 % pro Dekade in den 80iger gegenüber den 70iger Jahren.

Die Zeitreihe der Tabelle 1 (1979–1994) enthält auch die Ozonanomalien, die als Folge des Pinatubo-Ausbruchs (s. Kapitel 1.2) beobachtet wurden. Wird diese Anomalie ausgeschlossen, d. h. die Zeitreihe bereits Ende 1991 beendet, so reduzieren sich die Trends um weniger als 1 % in allen geographischen Breiten und Jahreszeiten mit Ausnahme der mittleren und hohen Breiten der Nordhemisphäre im Winter/Frühjahr, für die der Trend um ca. 2 % abnimmt.

Die Ozontrends in der Gesamtsäule sind nicht gleichmäßig über die Vertikalausdehnung der stratosphärischen Ozons verteilt. Die Analysen der Meßreihen von Vertikalprofilen mit Hilfe von Ballonsonden oder Satelliteninstrumenten wie SAGE I/II und SBUV zeigen Ozontrends von minus 7 (± 4) % pro Dekade im Höhenbereich 16 bis 25 km und zwischen 35 und 45 km in mittleren Breiten der Nordhemisphäre. Zwischen 25 und 35 km sind die Trends deutlich schwächer. Überraschend ist, daß auch über den Tropen, über denen sich die Gesamtsäule kaum verändert hat, in der oberen Stratosphäre (bis 45 km) ebenfalls negative Trends von minus 5 bis 10 % beobachtet werden.

1.2 Die Pinatubo-Anomalie

Durch den Ausbruch des Vulkans Pinatubo im Juni 1991 hat sich der Gehalt der Stratosphäre an Sulfat-

Aerosolen deutlich erhöht. Bereits innerhalb eines Jahres nach dem Ausbruch war der Gesamtgehalt in mittleren Breiten der Nordhemisphäre um einen Faktor von 30 bis 40 angestiegen. Dieser hat sich durch natürliche Sedimentationsprozesse nachfolgend mit einer Zeitkonstante von 1,7 Jahren wieder verringert und war Ende 1994 praktisch abgeklungen.

Zeitlich parallel mit der Existenz der Pinatubo-Aerosolwolke war der Ozongehalt der Stratosphäre deutlich verringert. In der Hohenpeißenberg-Meßreihe z. B. wurde eine Abweichung vom langjährigen Mittelwert von bis zu minus 15% im gesamten Zeitraum von Januar 1992 bis September 1993 beobachtet. Global gemittelt lagen die Ozonwerte für diesen Zeitraum 1 bis 2% niedriger als sich aufgrund der Extrapolation der langjährigen Beobachtungen und ihrer Trends herleiten ließ. Die Werte ab 1994 dagegen sind erneut mit dieser Extrapolation konsistent.

Der erhöhte Sulfatgehalt der Stratosphäre hat nach heutigen Erkenntnissen die Ozonschicht sowohl durch Umverteilung als auch durch zusätzlichen chemischen Verlust des Ozons verändert. Durch Absorption von Solarstrahlung und terrestrischer Wärmestrahlung hat das Sulfataerosol zu einer Erhöhung der global gemittelten Temperatur in der unteren Stratosphäre um 1 °C geführt. Dadurch werden der Transportmechanismus des Ozons und seine Verteilung beeinflusst. Es ist wahrscheinlich, daß ein Teil der Ozonanomalien in mittleren Breiten auf einen reduzierten Ozontransport aus der Äquatorialregion im Frühjahr 1992 und 1993 zurückzuführen ist. Auf der anderen Seite ist aus neueren Laboruntersuchungen bekannt, daß durch Reaktionen von Reservoirgasen wie N_2O_5 und $ClONO_2$ auf den Oberflächen von Sulfataerosolteilchen Veränderungen in den Konzentrationen der direkt ozonwirksamen Radikalkettenträgern wie HO_x , NO_x und ClO_x auftreten. Das Ergebnis ist eine temporäre weitere Absenkung des Ozons. Die direkt beobachteten Veränderungen von minus 15% in mittleren Breiten sind nicht inkonsistent mit den Effekten, die aufgrund der Erhöhung des Aerosolgehalts um einen Faktor 30 bis 40 abgeschätzt werden können. Eine direkte Erhöhung des HCl-Gehalts der Stratosphäre durch die Pinatubo-Emission wurde nicht beobachtet. Sie muß deshalb als mögliche Ursache der Ozonanomalie ausgeschlossen werden.

1.3 Das Ozonloch über der Antarktis

Die Entwicklung des sogenannten Ozonlochs über der Antarktis, die bereits in den Jahren 1992 und 1993 zu Extremereignissen sowohl in der räumlichen Ausdehnung als auch in der Verdünnung der Ozonsäule geführt hatte, hat sich 1994, 1995 und 1996 weiter fortgesetzt.

Während aber in den Minimum-Werten zur Zeit der jeweils stärksten Ausbildung des Ozonlochs im Oktober (110 bis 115 DU im Jahre 1995; 95 bis 110 DU in den Jahren 1992–1994) keine weitere Verschärfung auftrat, war das Jahr 1995 durch einen besonders langen Zeitraum der Ozonanomalien gekennzeichnet. Bereits Anfang August, 10 Tage früher als in den

Jahren zuvor, wurden erste Ausdünnungen beobachtet. Als Folge wurden die bislang niedrigsten August-Mittelwerte verzeichnet. Ähnlich extrem wie die zeitliche Ausdehnung war die Flächenausdehnung. Die Gesamtfläche von 10 Mio. km^2 wurde über mehr als 2½ Monate (77 Tage) hinweg erreicht. In mehr als der Hälfte dieses Zeitraumes (39 Tage) wurde gar eine Gesamtausdehnung von 20 Mio. km^2 erreicht. Im Vergleich dazu betrug die Zahl der Tage mit ≥ 10 Mio. km^2 66, 69, 72 bzw. 45 in den Jahren 1994, 1993, 1992 bzw. 1991. Zur Zeit der „Entdeckung“ des Ozonlochs (1985) wurden 10 Mio. km^2 an 25 Tagen registriert, und die größte beobachtete Ausdehnung betrug 12 Mio. km^2 .

Ähnlich starke und andauernde Ozonverluste wie über der Antarktis treten über der Arktis nicht auf (s. Kapitel 1.4). Obwohl für beide Polarbereiche die Ozonverluste mit dem beobachteten Ausmaß der Aktivierung des Chlorsystems, wie es sich z. B. aus Messungen des ClO -Radikals durch das MLS-Instrument auf dem UARS-Satelliten herleiten läßt, korreliert werden können, besteht ein nicht unerheblicher Unterschied in dem Ausmaß der Entfernung der Stickoxide (Denitrifizierung) durch Kondensationsprozesse. Nur bei starker Denitrifizierung wie über der Antarktis können das aktivierte Chlorsystem über längere Zeiten erhalten und der Ozonabbau intensiviert werden.

Über die extremen physikalischen Bedingungen hinaus zeichnet sich der Polarwirbel über dem Südpol auch durch eine hohe dynamische Stabilität aus. Beobachtungen und Modellrechnungen lassen darauf schließen, daß größere Luftmassen aus dem Polarwirbel nur auf der Zeitskala von 3 bis 4 Monaten in niedere Breiten verfrachtet werden können. Dies ist vergleichbar mit der „Gesamtlebensdauer“ des antarktischen Ozonlochs, so daß ein Einfluß auf mittlere Breiten der Südhemisphäre nicht ausgeschlossen werden kann.

1.4 Die nordpolare Stratosphäre im Winter

1.4.1 Dynamische Besonderheiten im Vergleich zur Südhemisphäre

Das dominierende Zirkulationssystem der Stratosphäre im Winter ist der Polarwirbel, eine starke Zyklone (Tiefdruckgebiet), die sich von der oberen Troposphäre über die Stratosphäre bis in die Mesosphäre ausdehnt. In der Südhemisphäre ist dieses Zirkulationssystem sehr stabil, die in ihm enthaltenen Luftmassen bleiben für lange Zeit eingeschlossen und werden im Verlauf des Winters regelmäßig sehr kalten Temperaturen ausgesetzt. Diese Voraussetzungen führen nach heutigen Kenntnissen zu den beobachteten starken Ozonverlusten während der Ozonloch-Episoden.

Im Gegensatz zur Südhemisphäre ist der Polarwirbel der Nordhemisphäre weitaus weniger stabil, denn das nordpolare Zirkulationssystem ist wesentlich stärker durch planetare Wellen, die durch Gebirgszüge und durch Temperaturunterschiede zwischen Land- und Wassermassen angeregt werden, gestört.

Als Folge ist der Polarwirbel in der Regel sehr viel kurzlebiger, die Temperaturen sind im Mittel 10 °C höher als im Süden, und es wird eine deutliche Variabilität von Winter zu Winter beobachtet.

Obwohl die Langzeittrends der Ozongesamtsäule (siehe Tabelle 1), die in mittleren und hohen geographischen Breiten der Nordhemisphäre ähnlich stark zunehmen wie im Süden, auf eine Beeinflussung durch den Nordpolarwirbel schließen lassen, ist der Nachweis chemisch induzierter Ozonverluste im Norden sehr viel schwieriger als im Süden. Es kommt hinzu, daß persistente blockierende Antizyklogen, durch die die Tropopause angehoben und die Ozonsäule ausgedünnt wird, gelegentlich Minima in regional ausgedehnten Bereichen über Europa erzeugen, ohne daß chemische Verlustmechanismen beteiligt sind.

1.4.2 Die Winter 1994/95 und 1995/96

In den beiden letzten Wintern hat sich über der Nordhemisphäre jeweils ein relativ starker und kalter Polarwirbel ausgebildet, der nachweislich auch zu deutlichen, chemisch verursachten Ozonabnahmen geführt hat. Diese Winter unterschieden sich stark vom Winter 1993/94, in dem ein stärkerer Polarwirbel nicht auftrat.

Bereits im Herbst 1994 war die beginnende Entwicklung des Polarwirbels 1994/95 stärker als in den Vergleichszeiträumen der Vorjahre und ab Mitte Dezember wurden über großen Teilen der Nordhemisphäre die tiefsten Temperaturen in der unteren Stratosphäre beobachtet. Obwohl sich das Zentrum des Polarwirbels im Laufe des Winters von der kanadischen zur sibirischen Arktis und zurück bewegte und dabei auch mehrere Wochen über Europa lag, traten stärkere Störungen des Wirbels verbunden mit deutlichen Erwärmungen nicht auf. Als Folge dieser starken meteorologischen Konditionierung kam es zu chemisch verursachten Ozonverlusten. Im Zeitraum von Anfang Januar bis Ende März nahm das Ozonmischungsverhältnis in Höhen um 20 km von 3,3 auf

2,0 ppm, entsprechend einem Verlust von 39%, ab. Die mittlere Verlustrate betrug 0,5% pro Tag. In der Ozongesamtsäule machte sich dieser Verlust durch Abnahmen von bis zu 20% bemerkbar. Für einige Tage zu Anfang Februar und in der zweiten Märzhälfte wurden sogar Ozondefizite von 35 bis 40% erreicht.

Der Winter 1995/96 übertraf den vorangegangenen Winter nochmals, sowohl in der Ausdehnung des Polarwirbels als auch in den Temperaturen. Mit Minimumtemperaturen in der unteren Stratosphäre von unter 90 °C war dieser Winter der kälteste in der 30-jährigen Zeitreihe, die für solche Beobachtungen existiert. Als Folge wurden an einer Vielzahl von Bodenstationen in Nordwesteuropa, in der Bundesrepublik Deutschland und Skandinavien extrem niedrige Ozongesamtsäulen mit Werten von 195 DU, entsprechend einem Verlust von bis zu 45%, nachgewiesen. Obwohl diese Veränderungen z. T. auch die besondere meteorologische Voraussetzung in der Troposphäre mitverursacht haben, ist die Beteiligung von chemisch induzierten Prozessen unbestritten. Aus der Analyse von Ozonmessungen in Höhen von 20 km ergeben sich akkumulierte Ozonabnahmen, die zwischen Anfang Januar bis Mitte März 1996 zwischen 20 und 40% betragen.

1.4.3 Folgerungen

Das Auftreten chemisch induzierter Ozonverluste im Nordpolarwinter unter Bedingungen starker meteorologischer Konditionierung kann damit als belegt angesehen werden. Die beobachteten Phänomene sind denjenigen ähnlich, die bei der Ausbildung des Ozonlochs über dem Südpol eintreten, obwohl die absoluten Ozonverluste im Norden noch deutlich geringer sind als im Süden. Chemisch induzierte Ozonverluste sind nach heutigem Kenntnisstand auf den anthropogen verursachten Gehalt der Stratosphäre an Chlor- und Bromverbindungen zurückzuführen. Da der Chlorgehalt zur Zeit noch weiter ansteigt, ist mit einer weiteren Verstärkung der Ozonverluste, auch in der Nordhemisphäre, zu rechnen.

2. Montrealer Protokoll

2.1 Änderungen/Anpassungen des Montrealer Protokolls

Das in Ausführung des Wiener Übereinkommens zum Schutz der Ozonschicht (BGBl. 1988 II S. 901) beschlossene und am 1. Januar 1989 in Kraft getretene „Montrealer Protokoll vom 16. September 1987 über Stoffe, die zu einem Abbau der Ozonschicht führen“, ist in seiner Ursprungsfassung bis Ende März 1997 von 161 Vertragsparteien ratifiziert worden (vgl. Tabelle 3).

Die anlässlich der 2. Vertragsstaatenkonferenz im Juni 1990 in London beschlossene Änderung des Proto-

kolls (s. Zweiter Bericht) ist nach der Ratifizierung durch 20 Vertragsstaaten am 10. August 1992 in Kraft getreten. Die in London beschlossenen Anpassungen waren automatisch am 7. März 1991 in Kraft getreten. Zwischenzeitlich ist die Londoner Änderung von 112 Vertragsparteien ratifiziert worden (vgl. Tabelle 3).

Die auf der 4. Vertragsstaatenkonferenz in Kopenhagen (s. Dritter Bericht) beschlossenen Anpassungen des Montrealer Protokolls sind mit Wirkung vom 22. September 1993 völkerrechtlich in Kraft getreten.

Tabelle 2

Produktion von FCKW in den Industriestaaten in den Jahren 1990 bis 1995¹⁾
(in metrischen Tonnen)

Jahr	FCKW R 12	FCKW R 11	FCKW R 113	FCKW R 114	FCKW R 115	H-FCKW R 22
1990	232 916	230 950	174 801	8 311	11 347	213 714
1991	213 486	224 805	147 625	6 658	12 276	236 812
1992	186 434	216 207	107 507	4 691	10 711	245 715
1993	147 131	214 664	48 037	4 576	11 411	240 619
1994	60 232	113 600	29 547	3 207	6 834	239 444
1995	32 683	82 822	23 321	3 135	3 651	243 468

¹⁾ Zusammenstellung durch AFEAS aufgrund von Meldungen der AFEAS-Mitglieder
Quelle: AFEAS (Alternative Fluorocarbons Environmental Acceptability Study)

Tabelle 3

**Liste der Vertragsparteien des Montrealer Protokolls
Stand der Ratifizierung der in London und Kopenhagen beschlossenen Änderungen**

	Montrealer Protokoll	Änderung London	Änderung Kopenhagen
Algeria	20. 10. 1992	20. 10. 1992	
Antigua & Barbuda	3. 12. 1992	23. 2. 1993	19. 7. 1993
Argentina	18. 9. 1990	4. 12. 1992	20. 4. 1995
Australia	19. 5. 1989	11. 8. 1992	30. 6. 1994
Austria	3. 5. 1989	11. 12. 1992	19. 9. 1996
Azerbaijan	12. 6. 1996	12. 6. 1996	12. 6. 1996
Bahamas	4. 5. 1993	4. 5. 1993	4. 5. 1993
Bahrain	27. 4. 1990	23. 12. 1992	
Bangladesh	2. 8. 1990	18. 3. 1994	
Barbados	16. 10. 1992	20. 7. 1994	20. 7. 1994
Belarus	31. 10. 1988	10. 6. 1996	
Belgium	30. 12. 1988	5. 10. 1993	
Benin	1. 7. 1993		
Bolivia	3. 10. 1994	3. 10. 1994	3. 10. 1994
Bosnia and Herzegovina	6. 3. 1992		
Botswana	4. 12. 1991		
Brazil	19. 3. 1990	1. 10. 1992	
Brunei Darussalam	27. 5. 1993		
Bulgaria	20. 11. 1990		
Burkina Faso	20. 7. 1989	10. 6. 1994	12. 12. 1995
Cameroon	30. 8. 1989	8. 6. 1992	25. 6. 1996
Canada	30. 6. 1988	5. 7. 1990	16. 3. 1994
Central African Republic	29. 3. 1993		
Chad	7. 6. 1994		
Chile	26. 3. 1990	9. 4. 1992	14. 1. 1994
China	14. 6. 1991	14. 6. 1991	
Colombia	6. 12. 1993	6. 12. 1993	
Comoros	31. 10. 1994	31. 10. 1994	

noch Tabelle 3

Liste der Vertragsparteien des Montrealer Protokolls
Stand der Ratifizierung der in London und Kopenhagen beschlossenen Änderungen

	Montrealer Protokoll	Änderung London	Änderung Kopenhagen
Congo	16. 11. 1994	16. 11. 1994	
Costa Rica	30. 7. 1991		
Cote d'Ivoire	5. 4. 1993	18. 5. 1994	
Croatia	8. 10. 1991	15. 10. 1993	
Cuba	14. 7. 1992		
Cyprus	28. 5. 1992	11. 10. 1994	
Czech Republic	1. 1. 1993	18. 12. 1996	18. 12. 1996
Denmark	16. 12. 1988	20. 12. 1991	21. 12. 1993
Dominica	31. 3. 1993	31. 3. 1993	
Dominican Republic	18. 5. 1993		
Ecuador	30. 4. 1990	23. 2. 1993	24. 11. 1993
Egypt	2. 8. 1988	13. 1. 1993	28. 6. 1994
El Salvador	2. 10. 1992		
Estonia	17. 10. 1996		
Ethiopia	11. 10. 1994		
Federated States of Micronesia	6. 9. 1995		
Fiji	23. 10. 1988	9. 12. 1994	
Finland	23. 12. 1988	20. 12. 1991	16. 11. 1993
France	28. 12. 1988	12. 2. 1992	3. 1. 1996
Gabon	9. 2. 1994		
Gambia	25. 7. 1990	13. 3. 1995	
Georgia	21. 3. 1996		
Germany	16. 12. 1988	27. 12. 1991	28. 12. 1993
Ghana	24. 7. 1989	24. 7. 1992	
Greece	29. 12. 1988	11. 5. 1993	
Grenada	31. 3. 1993	7. 12. 1993	
Guatemala	7. 11. 1989		
Guinea	25. 6. 1992	25. 6. 1992	
Guyana	12. 8. 1993		
Honduras	14. 10. 1993		
Hungary	20. 4. 1989	9. 11. 1993	17. 5. 1994
Iceland	29. 8. 1989	16. 6. 1993	15. 3. 1994
India	19. 6. 1992	19. 6. 1992	
Indonesia	26. 6. 1992	26. 6. 1992	
Iran, Islamic Republik of	3. 10. 1990		
Ireland	16. 12. 1988	20. 12. 1991	16. 4. 1996
Israel	30. 6. 1992	30. 6. 1992	5. 4. 1995
Italy	16. 12. 1988	21. 2. 1992	4. 1. 1995
Jamaica	31. 3. 1993	31. 3. 1993	
Japan	30. 9. 1988	4. 9. 1991	20. 12. 1994
Jordan	31. 5. 1989	12. 11. 1993	30. 6. 1995
Kenya	9. 11. 1988	27. 9. 1994	27. 9. 1994
Kiribati	7. 1. 1993		
Korea, Democratic People's Republic of	24. 1. 1995		
Korea, Republic of	27. 2. 1992	10. 12. 1992	2. 12. 1994

Liste der Vertragsparteien des Montrealer Protokolls
Stand der Ratifizierung der in London und Kopenhagen beschlossenen Änderungen

	Montrealer Protokoll	Änderung London	Änderung Kopenhagen
Kuwait	23. 11. 1992	22. 7. 1994	22. 7. 1994
Latvia	28. 4. 1995		
Lebanon	31. 3. 1993	31. 3. 1993	
Lesotho	25. 3. 1994		
Liberia	15. 1. 1996	15. 1. 1996	15. 1. 1996
Libyan Arab Jamahiriya	11. 7. 1990		
Liechtenstein	8. 2. 1989	24. 3. 1994	22. 11. 1996
Lithuania	18. 1. 1995		
Luxembourg	17. 10. 1988	20. 5. 1992	9. 5. 1994
Madagascar	7. 11. 1996		
Malawi	9. 1. 1991	8. 2. 1994	28. 2. 1994
Malaysia	29. 8. 1989	16. 6. 1993	5. 8. 1993
Maldives	16. 5. 1989	31. 7. 1991	
Mali	28. 10. 1994	28. 10. 1994	
Malta	29. 12. 1988	4. 2. 1994	
Marshall Islands	11. 3. 1993	11. 3. 1993	24. 5. 1993
Mauritania	26. 5. 1994		
Mauritius	18. 8. 1992	20. 10. 1992	30. 11. 1993
Mexico	31. 3. 1988	11. 10. 1991	16. 9. 1994
Moldova	24. 10. 1996		
Monaco	12. 3. 1993	12. 3. 1993	
Mongolia	7. 3. 1996	7. 3. 1996	7. 3. 1996
Morocco	28. 12. 1995	28. 12. 1995	28. 12. 1995
Mozambique	9. 9. 1994	9. 9. 1994	9. 9. 1994
Myanmar	24. 11. 1993	24. 11. 1993	
Namibia	20. 9. 1993		
Nepal	6. 7. 1994	6. 7. 1994	
Netherlands	16. 12. 1988	20. 12. 1991	25. 4. 1994
New Zealand	21. 7. 1988	1. 10. 1990	4. 6. 1993
Nicaragua	5. 3. 1993		
Niger	9. 10. 1992	11. 1. 1996	
Nigeria	31. 10. 1988		
Norway	24. 6. 1988	18. 11. 1991	3. 9. 1993
Pakistan	18. 12. 1992	18. 12. 1992	17. 2. 1995
Panama	3. 3. 1989	10. 2. 1994	4. 10. 1996
Papua New Guinea	27. 10. 1992	4. 5. 1993	
Paraguay	3. 12. 1992	3. 12. 1992	
Peru	31. 3. 1993	31. 3. 1993	
Philippines	17. 7. 1991	9. 8. 1993	
Poland	13. 7. 1990	2. 10. 1996	2. 10. 1996
Portugal	17. 10. 1988	24. 11. 1992	
Qatar	22. 1. 1996	22. 1. 1996	22. 1. 1996
Romania	27. 1. 1993	27. 1. 1993	
Russian Federation	10. 11. 1988	13. 1. 1992	
Saint Kitts & Nevis	10. 8. 1992	19. 5. 1994	
Saint Lucia	28. 7. 1993		

noch Tabelle 3

**Liste der Vertragsparteien des Montrealer Protokolls
Stand der Ratifizierung der in London und Kopenhagen beschlossenen Änderungen**

	Montrealer Protokoll	Änderung London	Änderung Kopenhagen
Saint Vincent and the Grenadines	2. 12. 1996	2. 12. 1996	2. 12. 1996
Samoa	21. 12. 1992		
Saudi Arabia	1. 3. 1993	1. 3. 1993	1. 3. 1993
Senegal	6. 5. 1993	6. 5. 1993	
Seychelles	6. 1. 1993	6. 1. 1993	27. 5. 1993
Singapore	5. 1. 1989	2. 3. 1993	
Slovakia	28. 5. 1993	14. 4. 1994	
Slovenia	6. 7. 1992	8. 12. 1992	
Solomon Islands	17. 6. 1993		
South Africa	15. 1. 1990	12. 5. 1992	
Spain	16. 12. 1988	19. 5. 1992	5. 6. 1995
Sri Lanka	15. 12. 1989	16. 6. 1993	
Sudan	29. 1. 1993		
Swaziland	10. 11. 1992		
Sweden	29. 6. 1988	2. 8. 1991	9. 8. 1993
Switzerland	28. 12. 1988	16. 9. 1992	16. 9. 1996
Syrien Arab Republic	12. 12. 1989		
Tanzania, United Republic of	16. 4. 1993	16. 4. 1993	
Thailand	7. 7. 1989	25. 6. 1992	1. 12. 1995
The former Yugoslav Republic of Macedonia	10. 3. 1994		
Togo	25. 2. 1991		
Trinidad and Tobago	28. 8. 1989		
Tunisia	25. 9. 1989	15. 7. 1993	2. 2. 1995
Turkey	20. 9. 1991	13. 4. 1995	10. 11. 1995
Turkmenistan	18. 11. 1993	15. 3. 1994	
Tuvalu	15. 7. 1993		
Uganda	15. 9. 1988	20. 1. 1994	
Ukraine	20. 9. 1988		
United Arab Emirates	22. 12. 1989		
United Kingdom	16. 12. 1988	20. 12. 1991	4. 1. 1995
U.S.A.	21. 4. 1988	18. 12. 1991	2. 3. 1994
Uruguay	8. 1. 1991	16. 11. 1993	
Uzbekistan	18. 5. 1993		
Vanuatu	21. 11. 1994	21. 11. 1994	21. 11. 1994
Venezuela	6. 2. 1989	29. 7. 1993	
Viet Nam	26. 1. 1994	26. 1. 1994	26. 1. 1994
Yemen	21. 2. 1996		
Yugoslavia	3. 1. 1991		
Zaire	30. 11. 1994	30. 11. 1994	30. 11. 1994
Zambia	24. 1. 1990	15. 4. 1994	
Zimbabwe	3. 11. 1992	3. 6. 1994	3. 6. 1994
European Community	16. 12. 1988	20. 12. 1991	20. 11. 1995

Quelle: UNEP

Stand: Januar 1997

Die dort beschlossenen Änderungen des Protokolls, die im wesentlichen:

- erstmalig Regelungen zu teilhalogenierten Fluorchlorkohlenwasserstoffen (H-FCKW)
- erstmalig Regelungen zu teilhalogenierten Fluorbromkohlenwasserstoffen (H-FBrKW) und
- erstmalig Regelungen zu Methylbromid

umfaßten, konnten nicht wie vorgesehen zum 1. Januar 1994 in Kraft treten, da zum 31. Dezember 1993 erst 14 statt der erforderlichen 20 Vertragsstaaten die Änderung ratifiziert hatten.

So konnte die Änderung erst nach der Ratifizierung durch 6 weitere Vertragsstaaten am 14. Juni 1996 völkerrechtlich verbindlich werden. Dänemark und die Bundesrepublik Deutschland hatten als einzige EU-Mitgliedstaaten rechtzeitig die Ratifikationsurkunde hinterlegt. Ebenso hatten die beiden – damaligen – EFTA-Staaten Finnland und Schweden rechtzeitig ratifiziert. Im Januar 1997 hatten noch immer nicht alle Mitgliedstaaten der EU diese Änderungen ratifiziert, obwohl die materiellen Regelungen bereits durch die EG-Verordnung 3093/94 (s. Kapitel 3.1) in EG-Recht umgesetzt sind. Zu diesem Zeitpunkt hatten insgesamt 63 Vertragsparteien die Kopenhagener Änderung ratifiziert.

2.1.1 Vertragsstaatenkonferenz in Nairobi 1994

Auf der 6. Vertragsstaatenkonferenz (VSK) zum Montrealer Protokoll, die in der Zeit vom 3. bis 7. Oktober 1994 in Nairobi stattfand, wurden keine materiellen Änderungen des Protokolls beschlossen. Im Zusammenhang mit der Erteilung von Arbeitsaufträgen zur Vorbereitung der 7. VSK (s. Kapitel 2.1.2) machten die Entwicklungsländer deutlich, daß sie einer Verschärfung der sie betreffenden Regelungen des

Protokolls widersprechen würden. Als wichtige Entscheidungen („decisions“) der 6. VSK sind zu nennen:

1. Entwicklungsländer, die aufgrund ihres Pro-Kopf-Verbrauches an FCKW (größer 0,3 kg/Kopf/Jahr) nicht als Artikel 5-Staaten (= Entwicklungsländer i.S. des Protokolls) eingestuft waren, können nach Unterschreiten dieser Grenze die 10jährige Übergangsfrist für Entwicklungsländer in Anspruch nehmen. Diese Staaten sind darüber hinaus nicht verpflichtet, Beiträge zum Fond (s. Kapitel 2.2) zu leisten; sie sollen davon absehen, Leistungen aus dem Fond zu beantragen.
2. Eine Wiederaufnahme der Halon-Produktion wird als nicht erforderlich angesehen, da für die noch erforderlichen Einsatzzwecke genügend gebrauchte Halone zur Verfügung stehen.
3. Eine FCKW- und 1.1.1-Trichlorethan-Produktion ist nur noch für medizinische Sprays und die Raumfahrttechnik in den Jahren 1996 und 1997 zulässig. Die im Jahre 1996 und 1997 hierzu erforderlichen Mengen sind aus Tabelle 4 ersichtlich.

Darüber hinaus wurden die Bedingungen festgelegt, unter denen zu den im Montrealer Protokoll geregelten Stoffen Ausnahmen zur Verwendung im Labor erteilt werden können. Diese Stoffe müssen einen hohen Reinheitsgrad besitzen und dürfen nur in bestimmten Behältnissen in den Verkehr gebracht werden.

Obwohl gemäß World Bank-Beschluß aus der Global Environment Facility (GEF) den Ländern mit „economies in transition“ (ehemalige Ostblockstaaten) Mittel zum FCKW-Ausstieg bereitgestellt werden sollen, haben die G 77-Staaten eine Entscheidung verhindert, die auf eine verstärkte Zusammenarbeit von GEF und Montrealer Protokoll zielte.

Tabelle 4

Zugelassene Verwendungszwecke in den Jahren 1996 und 1997 gemäß Beschluß der 6. VSK, Nairobi, 1995 (Mengenangabe in metrischen Tonnen)

Vertragspartei	Stoff	Jahr	Menge	Verwendung
Australien	R-11	1996	80	Medizin
Australien	R-114	1996	10	Medizin
Australien	R-12	1996	200	Medizin
Kanada	R-11	1996	152	Medizin
Kanada	R-114	1996	70	Medizin
Kanada	R-12	1996	377	Medizin
Belgien	R-11	1996	90	Medizin
Belgien	R-12	1996	95	Medizin
Dänemark	FCKW	1996	<5	Medizin
Frankreich	R-11	1996	618	Medizin
Frankreich	R-113	1996	30,1	Medizin
Frankreich	R-114	1996	153	Medizin
Frankreich	R-12	1996	1063	Medizin

noch Tabelle 4

Zugelassene Verwendungszwecke in den Jahren 1996 und 1997 gemäß Beschluß der 6. VSK, Nairobi, 1995
(Mengenangabe in metrischen Tonnen)

Vertragspartei	Stoff	Jahr	Menge	Verwendung
Deutschland	R-11	1996	178	Medizin
Deutschland	R-114	1996	178	Medizin
Deutschland	R-12	1996	417	Medizin
Irland	R-11	1996	145	Medizin
Irland	R-12	1996	264	Medizin
Italien	R-11	1996	145	Medizin
Italien	R-113	1996	5	Medizin
Italien	R-114	1996	50	Medizin
Italien	R-12	1996	340	Medizin
Portugal	R-11	1996	3,63	Medizin
Portugal	R-12	1996	8,38	Medizin
Portugal	R-114	1996	1,2	Medizin
Spanien	R-11	1996	146	Medizin
Spanien	R-12	1996	362	Medizin
Spanien	R-113	1996	1	Medizin
Spanien	R-114	1996	39	Medizin
Vereinigtes Königreich	R-11	1996	1031	Medizin
Vereinigtes Königreich	R-113	1996	32	Medizin
Vereinigtes Königreich	R-114	1996	363	Medizin
Vereinigtes Königreich	R-12	1996	1762	Medizin
Finnland	R-11	1996	6	Medizin
Finnland	R-12	1996	16	Medizin
Japan	R-11	1996	75	Medizin
Japan	R-113	1996	1	Medizin
Japan	R-114	1996	22	Medizin
Japan	R-12	1996	142	Medizin
Polen	R-11	1996	330	Medizin
Polen	R-12	1996	330	Medizin
Polen	R-114	1996	40	Medizin
Südafrika	R-11	1996	59	Medizin
Südafrika	R-11	1997	67	Medizin
Südafrika	R-114	1996	7	Medizin
Südafrika	R-114	1997	9	Medizin
Südafrika	R-12	1996	123	Medizin
Südafrika	R-12	1997	138	Medizin
Schweiz	R-11	1996	8	Medizin
Schweiz	R-114	1996	8	Medizin
Schweiz	R-12	1996	8	Medizin
USA	R-11	1996	749,8	Medizin
USA	R-11	1997	658,3	Medizin
USA	R-114	1996	343,7	Medizin
USA	R-114	1997	343,1	Medizin
USA	R-12	1996	2363,2	Medizin
USA	R-12	1997	2177	Medizin
USA	1,1,1-Trichlorethan	1996	56,8	Space Shuttle
USA	1,1,1-Trichlorethan	1997	56,8	Space Shuttle

Weitere Ausnahmen siehe auch Tabelle 6 und 7

Quelle: UNEP

2.1.2 Vertragsstaatenkonferenz in Wien 1995

Aus Anlaß des zehnjährigen Bestehens des Wiener Übereinkommens zum Schutz der Ozonschicht fand die 7. Vertragsstaatenkonferenz zum Montrealer Protokoll, das auf dem Wiener Übereinkommen aufbaut, in der Zeit vom 5. bis 7. Dezember 1995 in Wien statt.

Die Vertragsstaaten einigten sich nach schwierigen Verhandlungen auf einen schrittweisen Ausstieg aus der Produktion und Verwendung von Methylbromid in den Industrieländern bis zum Jahre 2010. Bis zum Jahre 2001 sind Produktion und Verbrauch um 25 %, bis zum Jahre 2005 um 50 % zu reduzieren. Ferner einigten sich die Vertragsstaaten auf ein Exportverbot von Methylbromid in die Staaten, die nicht Vertragsparteien des Montrealer Protokolls sind. Die bisherige Regelung im Montrealer Protokoll sah bezüglich Methylbromid lediglich eine Stabilisierung von Produktion und Verbrauch ab 1995 auf der Basis von 1991 vor. In den Entwicklungsländern gab es bis zur 7. VSK für Methylbromid keine Regelungen im Protokoll. Die Vertragsstaaten konnten sich darauf einigen, Produktion und Verbrauch von Methylbromid in den Entwicklungsländern auf der Basis des Durchschnittsverbrauchs in den Jahren 1995 bis 1998 ab dem Jahr 2002 einzufrieren. Auf der 9. VSK in Montreal im Jahre 1997 soll dieser Beschluß überprüft und eine Entscheidung zum Ausstieg auch in den Entwicklungsländern getroffen werden.

Bezüglich der H-FCKW einigte man sich auf eine Reduzierung der Verbrauchshöchstmenge in den Industrieländern von 2,8 % gegenüber 3,1 % auf der Basis des Jahres 1989. Für die Entwicklungsländer verständigten sich die Vertragsstaaten auf einen Ausstieg aus dem Verbrauch teilhalogenierter Stoffe bis zum Jahr 2040. Weiterhin sieht der Beschluß ein Einfrieren des Verbrauchs ab dem Jahre 2016 auf der Basis des Jahres 2015 vor. Zu dieser Stoffgruppe gab es ebenfalls noch keine Regelungen für die Entwicklungsländer im Montrealer Protokoll.

Die vom EU-Umweltrat festgelegte Verhandlungslinie hinsichtlich der H-FCKW und Methylbromid konnte mit diesen Beschlüssen nur teilweise durchgesetzt werden. Offen blieb, in welchem Umfange der Multilaterale Fonds des Protokolls (s. Kapitel 2.2) fortgeführt wird. Eine Entscheidung hierüber wurde auf die 8. VSK verschoben (s. Kapitel 2.1.3).

Die Bundesregierung hatte sich als Ergebnis der Konferenz ehrgeizigere Beschlüsse angestrebt. Diese waren jedoch vor dem Hintergrund der unterschiedlichen Interessen der Konferenzteilnehmer und der Gefahr eines Scheiterns des Montrealer Prozesses nicht zu erzielen. Die verabschiedeten Entscheidungen sind gleichwohl als Erfolg zu werten. Von besonderer Bedeutung war die Vereinbarung verbindlicher Regelungen für die Entwicklungsländer im Hinblick auf Methylbromid und H-FCKW. Für die Zukunft wird eine weitere Verschärfung der vereinbarten Beschlüsse angestrebt. Die Vergangenheit hat gezeigt, daß nach einem ersten Einstieg auch bei den anderen ozonschichtschädigenden Stoffen schrittweise die

Vereinbarung schärferer Reduktions- und Ausstiegsfristen möglich war.

Neben diesen Anpassungen, die am 5. August 1996 für die Bundesrepublik Deutschland völkerrechtlich in Kraft getreten sind, wurden noch weitere wichtige Entscheidungen („decisions“) zur Ausführung des Protokolls in Wien getroffen.

Zu diesen gehört die Überprüfung des Multilateralen Fonds und dessen Finanzplanes 1997 bis 1999. Das Exekutiv-Komitee des Fonds wurde aufgefordert, nach Wegen zu suchen, vorhandene und zusätzliche Finanzmittel zu mobilisieren, um hiermit die Protokollmaßnahmen und weitere Aktivitäten zu unterstützen. Zur Verbesserung der Tätigkeit und des Ablaufs der Fonds-Arbeit ist ein 21 Punkte umfassender Aktionsplan beschlossen worden. Zur 8. VSK hatte das Komitee einen vollständigen Drei-Jahres-Finanzplan vorzulegen. Das „Technology and Economic Assessment Panel“ (TEAP) hatte zur Auffüllung des Fonds in den Jahren 1997 bis 1999 auf ein angemessenes Niveau einen Bericht vorzulegen. Dieser sollte u. a. die jährlichen Verbrauchsmengen aufzeigen. Die Bedürfnisse der Länder mit geringem FCKW-Verbrauch sind bei der Vergabe von Fonds-Mitteln ausreichend zu berücksichtigen.

Die wichtige Funktion des Transfers von Technologie und technischem Wissen zu fairen und günstigsten Bedingungen wird bekräftigt.

Zur 8. VSK (1996) war das Exekutiv-Komitee aufgefordert, einen Schlußbericht zu erstatten, in dem sich die Erfahrungen der Entwicklungsländer mit Hindernissen und Schwierigkeiten beim Technologietransfer widerspiegeln; hierzu sollten Lösungsvorschläge unterbreitet werden. Als erfolgreiches Beispiel hierzu ist das mit Unterstützung des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und der GTZ durchgeführte Programm zur Einführung der Kohlenwasserstofftechnologie bei Haushaltskühlgeräten z. B. in China zu nennen.

Bereits auf der 7. VSK 1995 war abzusehen, daß einzelne Länder der GUS- und NUS-Staaten im Jahr 1996 nicht in der Lage sein würden, ihre vertraglich verbindlichen Reduktionsmaßnahmen als Industriestaaten im Sinne des Protokolls zu erfüllen. Die Vertragsstaaten haben hiervon Kenntnis genommen, jedoch – zunächst – keine Sanktionen (wie Handelsbeschränkungen) befürwortet. Rußland sah sich nicht in der Lage zuzusichern, auf den Export geregelter Stoffe in Industrieländer zu verzichten, wie dies Weißrußland und die Ukraine getan haben. Um den Ausstieg aus der Verwendung der geregelten Stoffe zu gewährleisten, erhält u. a. die Russische Föderation GEF-Mittel in Höhe von 35 Mio. US-Dollar (s. auch Kapitel 2.5). Zusätzlich plant die Weltbank eine finanzielle Unterstützung der Produktionsumstellung mit Mitteln in Höhe von 27 Mio. US-Dollar. Die Bundesregierung kann dies nur unterstützen, wenn konkrete Monitoringmaßnahmen gewährleistet sind und der endgültige Ausstieg aus der Produktion von FCKW damit verbunden ist. Seit Dezember 1996 haben die USA, das Vereinigte Königreich, Dänemark und Norwegen ihre finanzielle Beteiligung an diesem Weltbankprojekt verbindlich zugesagt.

Tabelle 5

Bestehende Regelungen im Montrealer Protokoll zur Einstellung von Produktion und Verbrauch ozonschichtschädigender Stoffe

	Montrealer Protokoll			
	Kopenhagen 1992		Wien 1995	
	Industrieländer	Entwicklungsländer	Industrieländer	Entwicklungsländer
FCKW	1996	2010	1996	2010
Halone	1994	2010	1994	2010
Tetrachlorkohlenstoff	1996	2010	1996	2010
1,1,1-Trichlorethan (Methylchloroform) ..	1996	2015	1996	2015
H-FBrKW ¹⁾	1996	–	1996	–
Methylbromid	Einfrieren 1995	–	Einfrieren 1995 25 % Red. 2001 50 % Red. 2005 100 % Red. 2010	Einfrieren 2002 1997: Entscheidung über völligen Ausstieg
H-FCKW ²⁾	1996–2003: 3,1 % cap ³⁾ 35 % Red. 2004 65 % Red. 2010 90 % Red. 2015 99,5 % Red. 2020 100 % Red. 2030	–	1996 - 2003: 2,8 % cap ³⁾ 35 % Red. 2004 65 % Red. 2010 90 % Red. 2015 99,5 % Red. 2020 100 % Red. 2030	Einfrieren 2016: 100 % Reduktion 2040

¹⁾ Stoffgruppe ohne nennenswerte praktische Relevanz

²⁾ Nur Beschränkung des Verbrauchs

³⁾ Verbrauchsobergrenze: ODP-gewichtete Summe aus H-FCKW-Verbrauch im Jahr 1989 und 3,1 % bzw. 2,8 % des FCKW-Verbrauchs im Jahr 1989

Hinsichtlich der unverzichtbaren Anwendungen („essential use“) wurde entschieden, daß im Zeitraum 1996 bis 2001 für die aus Tabelle 5 ersichtlichen Anwendungen von R-11, R-12, R-113 und 1,1,1-Trichlorethan neue Stoffe produziert werden dürfen. Die von der VSK beschlossene Obergrenze darf von den Vertragsparteien dabei nicht überschritten werden.

Zugelassene Verwendungen sind

- Dosieraerosole zur Behandlung von Asthma und chronischen Atemwegserkrankungen,
- spezielle Reinigungszwecke,
- Oberflächenbehandlung von Antriebssystemen in US-Raumfahrtgeräten.

Ausnahmeregelungen gelten auch für die Verwendung von Halon 2402 als Feuerlöschmittel in besonders gefährdeten Objekten.

Die Ausnahmeregelungen stehen dabei unter der Voraussetzung einer jährlichen Mengenbeschränkung sowie einer Überprüfung der fortbestehenden Notwendigkeit im Zwei-Jahres-Rhythmus. Die Verwendungsmenge ist schrittweise – dem technischen Fortschritt folgend – abzubauen.

Allen Vertragsstaaten wird empfohlen, gesetzliche und administrative Maßnahmen (einschließlich Kennzeichnung) zu ergreifen, um den Ex- und Import von Erzeugnissen zu regeln, die FCKW enthalten. Hierüber soll dem UNEP-Sekretariat berichtet werden.

Das UNEP-Sekretariat soll Informationen von den Vertragsstaaten über Dumping, illegalen Warenverkehr und nicht zulässige Produktion von FCKW- und Erzeugnissen mit diesen Stoffen einholen. Auch hierüber sollte bei der 8. VSK (1996) berichtet werden.

Tabelle 6

**Zugelassene Verwendungszwecke in den Jahren 1996 bis 1998 gemäß Beschluß der 7. VSK
(Mengenangaben in metrischen Tonnen)**

Vertragspartei	R-111 Medizin			R-112 Medizin			R-113 Medizin			R-114 Medizin			1,1,1-Trichlorethan Methyl Chloroform Space Shuttle			R-12/114 Medizin	Halon-2402	
	96	97	98	96	97	98	96	97	98	96	97	98	96	97	98	96	97	
1. Australien	-	48	29	-	112	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Kanada	-	164	-	-	404	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. Europäische Union	-	1 991,3	-	-	3 946,3	-	-	18,5	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	-
4. Ungarn	5	5	-	2	2	-	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
5. Israel	2	2	-	4,8	4,8	-	0,5	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6. Japan	-	57	-	-	147	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7. Neuseeland	9	8	-	23,5	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8. Polen	-	-	-	(100)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9. Russische Föderation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(352)
10. USA	328	331	-	437,5	437,2	-	-	-	-	40,8	-	-	0,29	0,37	57	-	1,5	-
Insgesamt	344	2 606,3	29	467,8	5 075,3	70	1,5	20,7	-	42,8	4	4	0,29	0,37	57	352	300	300

Weitere Ausnahmen siehe auch Tabelle 4 und 7.

Quelle: UNEP

2.1.3 Vertragsstaatenkonferenz in San José 1996

In der Zeit vom 19. bis 22. November 1996 fand in San José, Costa Rica die 8. VSK zum Montrealer Protokoll statt. Die VSK war geprägt von der Diskussion um die Wiederauffüllung des Multilateralen Fonds (s. Kapitel 2.2). Nach schwierigen Verhandlungen konnte zwischen Geber- und Nehmerländern eine einvernehmliche Lösung über die weitere Mittelausstattung (540 Mio. US-Dollar in den Jahren 1997 bis 1999) gefunden werden. Materielle Verschärfungen der Regelungen des Protokolls wurden nicht beschlossen. In einer Reihe von wichtigen Entscheidungen wurden die Bestimmungen des Protokolls weiter konkretisiert.

Vor dem Hintergrund, daß 1996 erste FCKW-freie Dosieraerosole zugelassen wurden (s. auch Kapitel 4.1.1) nahm die Diskussion über den Ausstieg aus der noch erlaubten Verwendung von FCKW in medi-

zinischen Sprays einen breiten Raum ein. In insgesamt drei Entschliefungen wurden die Industriestaaten aufgefordert, in gemeinsamen Aktionen mit Patienten- und Ärzteorganisationen und der Industrie einen Umstieg auf FCKW-freie Dosieraerosole zu fördern, der das Wohl der Patienten berücksichtigt. Gleichzeitig wurde das Technology and Economic Assessment Panel aufgefordert, zur 9. VSK in Montreal einen Situationsbericht vorzulegen, der u.a. auch die Einsatzmöglichkeiten von Pulverinhalatoren umfassen soll.

Weitere wichtige Diskussionspunkte waren die Kontrolle des Handels mit geregelten Stoffen, der Status der Staaten mit „Wirtschaften im Übergang“ und die Vertragsverletzungen durch einen Teil dieser Staaten.

Auch zu den unverzichtbaren Anwendungen erfolgte eine neue Beschlußfassung (s. Tabelle 7).

Tabelle 7

Zugelassene Verwendungszwecke in den Jahren 1997 bis 1999 gem. Beschluß der 8. VSK (Mengenangaben in metrischen Tonnen)

Vertragspartei	R-11 Medizin			R-12 Medizin			R 113 Medizin			R 114 Medizin		
	97	98	99	97	98	99	97	98	99	97	98	99
1. Australien ..	8,0			22,0	-	-						
2. Kanada	-	128	-	-	320	-					65	-
3. Europäische Union	-	1 778,0	-	-	3 307	-		16	-	-	509	
4. Japan	-	53	37	-	105	75		0,5	0,5	-	23	24
5. Polen	130	130	-	220	220					30	30	-
6. Russische Föderation ..	266			266								
7. Südafrika ...	-	62	-	156	-	-					5,0	-
8. Schweiz	2,0	2,0		4,0	4,0					2,0	2,0	
9. USA	149,3	1 204,3	-	415,8	2 814,7	-				131,5	369	
Insgesamt	555,3	3 357,3	37	927,8	6 926,7	75	-	16,5	0,5	163,5	1 003	24

Quelle: UNEP

Weitere Ausnahmen siehe auch Tabelle 4 und 6.

2.2 Multilateraler Fonds zugunsten der Entwicklungsländer

Gemäß Beschluß der 2. VSK des Montrealer Protokolls wurde 1990 ein vorläufiger Finanzmechanismus und von der 4. VSK im Jahre 1992 der Multilaterale Fonds zur Finanzierung der Kosten der Entwicklungsländer eingerichtet, die diesen Ländern durch ihre nationale Umsetzung der FCKW-Substitutionsziele des Protokolls zusätzlich entstehen. Die Gesamtausstattung des Fonds beläuft sich mittlerweile auf insgesamt 1,161 Mrd. US-Dollar. Davon wurden 240 Mio. US-Dollar zwischen 1991 und 1993 zugesagt (MP I). Entsprechend dem jährlich angepaßten Beitragsschlüssel entfiel auf Deutschland in diesem

Zeitraum ein Gesamtbeitrag von 26,45 Mio. US-Dollar; dies entspricht einem Anteil von rd. 11,1 %.

Während der 5. VSK im November 1993 in Bangkok wurde für die Jahre 1994 bis 1996 (MP II) ein Budget in Höhe von 510 Mio. US-Dollar verabschiedet. In diesem Beitrag sind 55 Mio. US-Dollar nicht verbrauchter Restmittel aus dem Zusagezeitraum 1991 bis 1993 enthalten. Gemäß dem aktuellen Beitragsschlüssel trägt Deutschland mit rd. 46,731 Mio. US-Dollar zur Wiederauffüllung des Fonds bei. Dies entspricht einem Anteil von 10,27 %.

Die Wiederauffüllung des Fonds für seine dritte Periode wurde während der 8. VSK Ende 1996 in San José, Costa Rica, beschlossen. Für die Jahre 1997 bis

1999 wurden 466 Mio. US-Dollar neu zur Verfügung gestellt. Hinzu kommen nicht verbrauchte Restmittel in Höhe von 74 Mio. US-Dollar. Somit stehen in diesem Zeitraum insgesamt 540 Mio. US-Dollar zur Verfügung. Der deutsche Anteil an der Wiederauffüllung beträgt nach dem gültigen Beitragschlüssel rd. 10,7% entsprechend 49,845 Mio. US-Dollar. Deutschland bleibt damit nach den USA und Japan drittgrößter Beitragszahler.

Der Multilaterale Fonds des Montrealer Protokolls wird gemeinsam von der Weltbank, UNDP, UNEP und UNIDO verwaltet. Seine Aktivitäten wurden 1994/95 bewertet. Danach hat sich die Einrichtung des Multilateralen Fonds grundsätzlich bewährt.

Tabelle 8a

**Entwicklungsländer im Sinne
des Montrealer Protokolls
(Stand 31. Mai 1996)**

1. Algeria	41. Lebanon
2. Argentina	42. Malawi
3. Bahamas	43. Malaysia
4. Bahrain	44. Maldives
5. Bangladesh	45. Malta
6. Barbados	46. Mairitania
7. Benin	47. Mauritius
8. Bolivia	48. Mexico
9. Bosnia and Herzegovina	49. Morocco
10. Botswana	50. Myanmar
11. Brazil	51. Niger
12. Burkina Faso	52. Nigeria
13. Cameroon	53. Panama
14. Central African Republic	54. Papua New Guinea
15. Chile	55. Peru
16. China	56. Philippines
17. Colombia	57. Republic of Korea
18. Congo	58. Romania
19. Costa Rica	59. Saint Kitts & Nevis
20. Cote d'Ivoire	60. Saint Lucia
21. Croatia	61. Saudi Arabia
22. Cuba	62. Senegal
23. Cyprus	63. Seychelles
24. Dominica	64. Solomon Islands
25. Dominican Republic	65. Sri Lanka
26. Ecuador	66. Sudan
27. Egypt	67. Swaziland
28. Fiji	68. Syrian Arab Republic
29. Gabon	69. Thailand
30. Gambia	70. Trinidad and Tobago
31. Ghana	71. Tunisia
32. Guatemala	72. Turkey
33. Guyana	73. Uganda
34. India	74. United Arab Emirates
35. Indonesia	75. Uruguay
36. Iran, Islamic Republic of	76. Venezuela
37. Jamaica	77. Viet Nam
38. Jordan	78. Yugoslavia
39. Kenya	79. Zambia
40. Kuwait	80. Zimbabwe
	81. Zaire

Tabelle 8b

**Entwicklungsländern zeitweilig
gleichgestellte Länder
(Stand: 31. März 1996)**

1. Antigua and Barbuda	16. Marshall Island
2. Chad	17. Mongolia
3. Comoros	18. Mozambique
4. El Salvador	19. Namibia
5. Ethiopia	20. Nepal
6. Federated States of Micronesia	21. Nicaragua
7. Grenada	22. Pakistan
8. Guinea	23. Paraguay
9. Honduras	24. Samoa
10. Kiribati	25. Tanzania, United Republic of
11. Korea, Democratic Peoples Republic of	26. The former Yugoslav Republic of Macedonia
12. Lesotho	27. Togo
13. Liberia	28. Tuvalu
14. Libyan Arab Jamahiriya	29. Vanuatu
15. Mali	30. Yemen

Quelle: UNEP

2.3 Überführung in nationales Recht

Die inhaltliche Überführung der Beschlüsse der 7. VSK in Wien 1995 in unmittelbar geltendes nationales Recht war mit der FCKW-Halon-Verbots-Verordnung vom 6. Mai 1991 (BGBl. I S. 1090) [in Verbindung mit der Verordnung (EG) Nr: 3093/94 DES RATES vom 15. Dezember 1994 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen] bereits in einem wesentlich weitergehenden Umfang vorweggenommen, da die nationale Verbotsverordnung und die EG-Verordnung in praktisch allen Verwendungsbereichen über die Wiener Beschlüsse hinausgehen.

Die über die bisherigen Bestimmungen hinausgehenden Regelungen zu Methylbromid werden im Rahmen einer Neufassung der vorgenannten EG-Verordnung in unmittelbar geltendes nationales Recht umgesetzt werden (s. Kapitel 7.2).

2.4 Unterstützung ausgewählter Partnerländer im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit

Die Bundesregierung bemüht sich bereits seit der Verabschiedung des Montrealer Protokolls, Entwicklungsländer durch bilaterale Zusammenarbeit bei der Substitution von FCKW und anderen ozonschichtschädigenden Stoffen zu unterstützen. Solche Leistungen können bis zu einer Obergrenze von 20% auf die multilateralen Zahlungsverpflichtungen angerechnet werden.

Ziel der von der Bundesregierung verfolgten Strategie ist es, den vorhandenen Technologievorsprung deutscher Unternehmen für die Partnerländer rasch nutzbar zu machen. Das ostdeutsche Unternehmen dkk-Scharfenstein (Forn) war der weltweit erste Anbieter eines Haushaltskühlgerätes, das keine

ozonschichtschädigenden und treibhausrelevanten Stoffe enthält. Die inzwischen in Deutschland von allen Herstellern übernommene, auf Naturgasen (Kohlenwasserstoffen) basierende Technologie ist weltweit beispielhaft. Im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit wurden deshalb mit den beiden größten FCKW-Verbrauchern innerhalb der Entwicklungsländer, China und Indien, Kooperationsvereinbarungen zur Übernahme der in Deutschland entwickelten Verfahren im Bereich von Haushaltskältegeräten getroffen. Nach einer Erprobungsphase von nur 10 Monaten konnte Ende 1995 in China einer der größten Kältehersteller einen Teil seiner Serienproduktion auf die umweltfreundliche Kältetechnik umstellen. Ein weiteres Umstellungs- und Demonstrationsprojekt bei 2 Firmen in Indien ist 1996 abgeschlossen worden. Dabei ist auch das Handwerk als Dienstleister bei der fachgerechten Entsorgung einbezogen. Anschlußmaßnahmen sind geplant. Nachdem das Verfahren vom Montrealer Protokoll-Fonds anerkannt und auch von der Weltbank unterstützt wird, gingen bei der von der Bundesregierung mit der Durchführung ihrer bilateralen Maßnahmen beauftragten Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) in kurzer Zeit rund 300 Anfragen zur FCKW-freien Kältetechnik ein.

Die GTZ stellt inzwischen allen Interessenten im Rahmen des Projektes PROKLIMA über eine elektronische Datenbank und Internet umfassende Informationen über die Kohlenwasserstoff-Technologie auf Anfrage zur Verfügung. Im Kontakt mit der heimischen Haushaltskältegeräteindustrie, mit Umweltbehörden, Umweltschutzorganisationen und Partnern in Entwicklungsländern fördert sie die Verbreitung dieser Technologie in weiteren Entwicklungsländern und in zusätzlichen Einsatzsparten. So wurden Regierungsstellen und Unternehmen in Indonesien, Malaysia, Lateinamerika und aus Transformationsländern einschlägig beraten. Auf internationalen Messen wurde die Kohlenwasserstoff-Technologie einem breiten Fachpublikum vorgestellt. Deutsche Experten arbeiten in internationalen Gremien mit, welche die Institutionen und Gremien beraten, die mit der Durchführung des Multilateralen Fonds des Montrealer Protokolls beauftragt sind.

Für die weltweite Förderung der Kohlenwasserstoff-Technologie hat die Bundesregierung im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit Ende 1995 weitere 4 Mio. DM bereitgestellt, mit denen Beratungsleistungen durch Experten, Stellungsgutachten, Fachsymposien, Informationsdienste sowie Ausrüstungsgüter für ausgewählte Hersteller und Handwerksbetriebe in Partnerländern finanziert werden können.

Da die Bundesregierung künftig 20 % ihrer Leistungen an den Multilateralen Fonds des Montrealer Protokolls im Rahmen bilateraler Projekte erbringen wird, ist eine starke Ausweitung der deutschen Projektansätze beabsichtigt.

Die deutschen Auslandsvertretungen, Botschaften und Konsulate stehen den Bemühungen deutscher Unternehmen und der jeweiligen Gaststaaten, den Ausstieg aus ozonschichtschädigenden Technologien zu verwirklichen, mit allen ihnen zur Verfügung stehenden Möglichkeiten unterstützend und als Ansprechpartner zur Schaffung weiterer Kooperationen zur Verfügung.

2.5 Globale Umweltfazilität (GEF)

Die 1991 auf deutsch-französische Initiative eingerichtete Globale Umweltfazilität – GEF – ist ein Finanzmechanismus, zu dem grundsätzlich Entwicklungsländer sowie Staaten Mittel- und Osteuropas und die Neuen Unabhängigen Staaten Zugang haben. Die GEF finanziert zusätzliche Kosten, die dadurch entstehen, daß sich Maßnahmen dieser Länder an den Interessen des globalen Umweltschutzes orientieren. Die GEF vergibt Zuschüsse für Investitionen und technische Beratung in den Bereichen Klimaschutz, Erhaltung der biologischen Vielfalt, Schutz internationaler Gewässer und Schutz der Ozonschicht.

Im Bereich „Schutz der Ozonschicht“ deckt die GEF in der Praxis Maßnahmen in solchen Ländern ab, die keine Entwicklungsländer im Sinne von Artikel 5 des Montrealer Protokolls sind und deshalb keine Leistungen aus dem Multilateralen Fonds erhalten können. Voraussetzung für den Zugang zu einer GEF-Finanzierung ist, daß ein Land das Montrealer Protokoll – einschließlich der 1990 in London beschlossenen Änderungen – ratifiziert hat. Um ein einheitliches Vorgehen zu gewährleisten, übernimmt die GEF bei der Projektauswahl und -abwicklung alle Festlegungen und Verfahrensbestimmungen des Montrealer Protokolls. Zusätzlich legt sie Wert auf Synergieeffekte und finanziert nur FCKW-Substitutionsmaßnahmen, die gleichzeitig Aspekte des Klimaschutzes berücksichtigen. So werden von der GEF keine Umstellungen finanziert, die z. B. durch hohen Energieverbrauch oder den Einsatz von FCKW-Ersatzstoffen mit einem hohen Treibhauspotential (GWP) den Treibhauseffekt erhöhen. Andererseits schließt sie den Einsatz von Methylbromid als Pflanzenschutzmittel bei Maßnahmen im Bereich „biologische Vielfalt“ von vornherein aus.

3. Regelungen in der Europäischen Union

3.1 Verordnung (EG) Nr. 3093/94 DES RATES vom 15. Dezember 1994 über Stoffe, die zu einem Abbau der Ozonschicht führen

Wie unter Punkt 7.2 des Dritten Berichtes ausgeführt, wurde im Jahre 1994 eine Verschärfung der EG-Verordnung über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen, diskutiert. Ziel der Neufassung der Verordnung war die Umsetzung der in Kopenhagen beschlossenen Anpassungen und Änderungen in einheitliches EG-Recht. Dabei sollte hinsichtlich der H-FCKW eine deutliche Verschärfung der Regelungen des Montrealer Protokolls erreicht werden.

Die Verordnung wurde im Dezember 1994 unter deutscher Präsidentschaft vom Umweltrat beschlossen und umfaßt hinsichtlich der H-FCKW folgende Regelungselemente:

1. Der jährliche Verbrauch von H-FCKW unterliegt seit dem 1. Januar 1995 (Montrealer Protokoll: 1. Januar 1996) mengenmäßigen Beschränkungen. In die Berechnung der zulässigen Höchstmenge gehen 2,6% (Montrealer Protokoll: 2,8%) des ODP-gewichteten FCKW-Verbrauchs im Jahr 1989 sowie der H-FCKW-Verbrauch in diesem Jahr ein.
2. Ausgehend von der festgelegten Höchstmenge muß der Verbrauch dann weiter wie folgt reduziert werden:
 - ab 1. Januar 2004 um 35%,
 - ab 1. Januar 2007 um 60%,
 - ab 1. Januar 2010 um 80%,
 - ab 1. Januar 2013 um 95%,
 - ab 1. Januar 2015 um 100%.
3. Zusätzlich zu diesen mengenmäßigen Beschränkungen wurden die folgenden Verwendungsbeschränkungen eingeführt:
 - a) Ab dem 1. Juni 1995 dürfen H-FCKW nur noch in folgenden Verwendungsbereichen eingesetzt werden:
 - als Lösungsmittel,
 - als Kältemittel,
 - zur Herstellung von Hartschaumstoffen, die der Wärmedämmung dienen, und von Integralschaumstoffen für Sicherheitszwecke,
 - zur Verwendung in Labors, einschließlich Forschung und Entwicklung,
 - als Ausgangsmaterial zur Herstellung anderer Chemikalien und
 - als Trägergas für Sterilisationszwecke in geschlossenen Systemen.
 - b) Ab dem 1. Januar 1996 ist die Verwendung von H-FCKW für folgende Verwendungszwecke verboten:
 - als Lösungsmittel in nichtgeschlossenen Systemen, einschließlich offenen Reinigungsgeräten und offenen Trockenanlagen ohne Kühlbereich, in Klebstoffen und Trennmitteln, die nicht in Geräten mit geschlossenem Kreislauf verwendet werden, in Mitteln zum Entstopfen von Abflußrohren, wenn die H-FCKW nicht zurückgewonnen werden, und in Aerosolen, mit Ausnahme der Verwendung als Lösungsmittel für Reagenzien zur Entwicklung von Fingerabdrücken auf porösen Oberflächen wie Papier und mit Ausnahme der Verwendung als Fixiermittel für vor dem 1. Januar 1996 hergestellte Laserdrucker;
 - in nach dem 31. Dezember 1995 hergestellten Geräten für folgende Verwendungszwecke verboten:
 - a) als Kältemittel in offenen Anwendungen,
 - b) als Kältemittel in Haushaltskältegeräten,
 - c) zur Klimatisierung von Kraftfahrzeugen,
 - d) zur Klimatisierung von Straßenfahrzeugen im öffentlichen Verkehr.
 - c) Ab dem 1. Januar 1998 ist die Verwendung von H-FCKW verboten in nach dem 31. Dezember 1997 hergestellten Geräten für folgende Verwendungszwecke
 - zur Klimatisierung von Zügen,
 - als Trägergas für Sterilisierungsmittel.
 - d) Ab dem 1. Januar 2000 ist die Verwendung von H-FCKW in nach dem 31. Dezember 1999 hergestellten Geräten für folgende Verwendungszwecke verboten
 - als Kältemittel in Kühlhäusern und -lagern,
 - als Kältemittel in Geräten mit einer Eingangsleistung von 150 kW oder mehr, sofern die Verwendung von Ammoniak in diesen Einsatzbereichen erlaubt ist.

Die zugelassene Verbrauchshöchstmenge beläuft sich bis zum 1. Januar 2004 auf 8 079 ODP-gewichtete Tonnen pro Jahr. Dies entspricht einer R 22-Menge von 146 890 metrischen Tonnen oder einer halb so hohen R 141b-Menge. Im Vergleich dazu belief sich im Jahre 1989 der FCKW-Verbrauch in der EG auf 233 000 metrische Tonnen vollhalogenerter FCKW. Das zur Verfügung stehende „Cap“ wurde 1995 nur zu etwas mehr als 90% und 1996 nur zu ca. 85% ausgeschöpft.

Hinsichtlich der teilhalogenierten Fluorbromkohlenwasserstoffe wurden die Bestimmungen des Montrealer Protokolls – Verbot ab dem 1. Januar 1996 – in

die EG-Verordnung übernommen. Die H-FBrKW haben praktisch keine kommerzielle Relevanz.

Auch zu Methylbromid (Brommethan) enthält die Verordnung schärfere Regelungen gegenüber der zum Zeitpunkt der Verabschiedung der Verordnung gültigen Fassung des Montrealer Protokolls (s. Kapitel 2.1). Das Montrealer Protokoll sah nur ein Einfrieren von Produktion und Verwendung von Methylbromid ab dem 1. Januar 1995 gegenüber der Produktion und Verwendung im Jahre 1991 vor. Die EG-Regelung schreibt zusätzlich noch eine Reduktion um 25 % ab dem 1. Januar 1998 vor. Die in Wien 1995 beschlossene Regelung im Montrealer Protokoll sieht nunmehr weitere Reduktionsschritte im Jahre 2005 und im Jahre 2010 den vollständigen Ausstieg vor (s. Kapitel 2.1.2). Hier bedarf es einer Anpassung der Bestimmungen auf EU-Ebene (s. Kapitel 7.2).

3.2 Quotenvergabe/Lizenzerteilung

3.2.1 Einfuhr ozonabbauender Stoffe in die Europäische Union

Artikel 7 der Verordnung 3093/94 (EWG) regelt die Einfuhr von ozonschichtschädigenden Stoffen in die EU. 1996 dürfen als Frischware nur Methylbromid und H-FCKW im Rahmen der zulässigen Quoten eingeführt werden.

Weitere Einfuhrquoten kann die Kommission genehmigen für:

- die Verwendung als „Ausgangsstoff“ zur Herstellung anderer chemischer Stoffe;
- aus Maschinen oder Anlagen „zurückgewonnene“ Stoffe, die in der EU verwertet oder vernichtet werden sollen;
- „verwertete“ Stoffe, die aus Anlagen zurückgewonnen und bereits aufgearbeitet wurden;
- zur „Vernichtung“ bestimmte Stoffe;
- Stoffe für „wesentliche Verwendungszwecke“ im Rahmen der zulässigen Ausnahmen
- Methylbromid zu Quarantänezwecken und zur Behandlung von Lieferbehältern vor dem Transport.

Einfuhrquoten sind bei der Europäischen Kommission zu beantragen. Die Festlegung der Quote erfolgt nach Konsultation des Verwaltungsausschusses nach Artikel 16 der Verordnung. Nach Zuteilung der Quoten kann der Importeur eine konkrete Einfuhrlizenz beantragen.

Für das Jahr 1996 wurden Einfuhrquoten nur für zurückgewonnene und zur Vernichtung bestimmte vollhalogenierte FCKW und Halone an Unternehmen mit entsprechenden Vernichtungskapazitäten zugeteilt.

Der Import von Tetrachlorkohlenstoff und 1,1,1-Trichlorethan zur Verwendung als Ausgangsstoff wurde ebenfalls genehmigt. Der Einsatz eines geregelten Stoffes als Ausgangsstoff ist keine Verwendung i. S. des Montrealer Protokolls und der EG-Verordnung. Weitere Einfuhrquoten wurden für Methylbromid

und für zur Vernichtung bestimmte teilhalogenierte Fluorbromkohlenwasserstoffe zugeteilt. Im Jahre 1997 dürfen aufgrund eines Beschlusses des Verwaltungsausschusses Einfuhrlizenzen nur für den Import von Tetrachlorkohlenstoff und 1,1,1-Trichlorethan zur Verwendung als Ausgangsstoff erteilt werden. Methylbromid darf im Rahmen der zulässigen Verbrauchshöchstmengen ebenfalls importiert werden.

3.2.2 Quoten für wesentliche Verwendungszwecke

Nach den Bestimmungen des Montrealer Protokolls (s. Kapitel 2) dürfen unter bestimmten Bedingungen geregelte Stoffe zur Verwendung in wesentlichen Verwendungszwecken hergestellt werden.

Die zugrunde zu legenden Kriterien wurden 1992 auf der 4. VSK zum Montrealer Protokoll festgelegt. Sie besagen, daß

- a) der Verwendungszweck eines geregelten Stoffes nur dann als „wesentlich“ eingestuft werden sollte, wenn
 - i) dies für die Gesundheit oder Sicherheit erforderlich oder für die Gesellschaft unverzichtbar ist (einschließlich kultureller und intellektueller Aspekte) und
 - ii) es weder technisch noch wirtschaftlich gangbare Alternativen oder Ersatzstoffe gibt, die aus der Sicht des Umwelt- und Gesundheitsschutzes vertretbar wären;
- b) die Herstellung und der Verbrauch eines geregelten Stoffes für wesentliche Verwendungszwecke überhaupt nur dann zugelassen werden sollten, wenn
 - i) alle wirtschaftlich möglichen Schritte unternommen worden sind, um die wesentliche Verwendung und die damit verbundene Emission des geregelten Stoffes auf ein Minimum zu reduzieren und
 - ii) der geregelte Stoff nicht in ausreichender Quantität und Qualität in Lagerbeständen zwischengelagerter oder zurückgewonnener geregelter Stoffe vorhanden ist, wobei der Bedarf der Entwicklungsländer an geregelten Stoffen ebenfalls zu berücksichtigen ist.

Der von den Parteien des Montrealer Protokolls gefaßte Beschluß VI/9 genehmigte den Umfang der Produktion oder des Verbrauchs geregelter Stoffe, die für wesentliche Verwendungszwecke für dosierbare Inhalationsapparate zur Behandlung von Asthma und chronisch obstruktiven Lungenerkrankungen und im Rahmen von Labor- und Analysezielen erforderlich sind (s. Tabelle 4).

Der Beschluß VI/9 verlangt von den Parteien alle zweckmäßigen Maßnahmen zu treffen, mit denen die Verwendung und die Emissionen auf ein Minimum reduziert werden können. Im Fall dosierbarer Inhalationsapparate umfassen diese Maßnahmen auch die Unterrichtung von Ärzten und Patienten über sonstige Behandlungsmöglichkeiten sowie Anstrengungen, die darauf abzielen, nach bestem Wissen und Gewissen gemäß den einzelstaatlichen Rechtsvor-

schriften die beim Füllen und Testen der Apparate freigesetzten Emissionen zu beseitigen oder zurückzuführen.

Zuguteilt wurde den aus der Tabelle 9a ersichtlichen Unternehmen in der EU für das Jahr 1996 eine FCKW-Menge von insgesamt 6 359,7 Tonnen zur Herstellung von Dosier-Aerosolen. Damit wurde die 1994 von der 6. VSK zum Montrealer Protokoll gebilligte Menge von 7 548 Tonnen wesentlich unterschritten.

1995 war noch eine Menge von 8.810,2 Tonnen FCKW an Dosier-Aerosol-Hersteller zuguteilt worden. Diese Menge wurde jedoch nicht vollständig ausgeschöpft.

1997 können gemäß Beschluß der 7. VSK in den Ländern der EU maximal 6 637 Tonnen für diesen Einsatzzweck verwendet werden. Diese Menge wurde vom Verwaltungsausschuß zur EG-Verordnung auf die Menge des Jahres 1996 in Höhe von 6 359,7 Tonnen beschränkt.

Lizenzen zur Verwendung von FCKW (207,2 Tonnen), 1,1,1-Trichlorethan (104,5 Tonnen) und Tetra-

Tabelle 9a

Hersteller von Dosier-Aerosolen zur Behandlung von Asthma und anderer obstruktionsbedingter chronischer Bronchialerkrankungen im Jahre 1996

Unternehmen
3M (UK)
Aldo Unión (E)
Ankerpharm (D)
Astra (E)
Bespak (UK)
Boehringer (D)
CCL Industries (UK)
Chiesi Farmaceutici (I)
Fisons Pharmaceuticals (UK)
Glaxo (UK)
IGS (D)
Jaba (P)
Leiras (FIN)
Lesvi (E)
Norton (IRL)
Pharmasol (UK)
Resolution Chemicals (UK)
Rexam (I)
Schering-Plough (B)
Sicor (I)
Valeas (I)
Valois (F)
Vita (E)

chlorkohlenstoff (234 Tonnen) zu Laborzwecken wurden für das Jahr 1996 an die aus den Tabellen 9 b bis d ersichtlichen Unternehmen vergeben.

Dabei wurden zur Vereinfachung der Lizenzerteilung Lizenzen nur an solche Unternehmen vergeben, die die geregelten Stoffe direkt von einem Hersteller oder Importeur beziehen. 1995 waren die Herstellung von 221,3 Tonnen FCKW und 205 Tonnen Tetrachlorkohlenstoff genehmigt worden. Bei 1,1,1-Trichlorethan bestand 1995 noch kein Produktionsverbot. Auch die für Laborzwecke zuguteilte Menge des Jahres 1997 wird auf die des Vorjahres beschränkt.

Die betroffenen Unternehmen können bei der Kommission eine auf einen bestimmten Hersteller geregelte Stoffe lautende Produktionslizenz bzw. eine Einfuhrlizenz beantragen.

Tabelle 9b

Verwendung zu Laborzwecken 1996

hier: FCKW

Unternehmen
Ausimont (I)
Bie & Berntsen (DK)
Carlo Erba (F)
Carlo Erba (I)
Dehon (F)
Dideco (I)
Domilens (F)
Elf Atochem (Centre de recherche Rhone-Alpes) (F)
Fisia (I)
Fisher (UK)
Fluka (D)
Lactan (A)
Linna-Tyhmä (FIN)
Mallinckrodt (NL)
Merck (D)
Merck (UK)
Mikrolab (DK)
Prolabo (F)
Promochem (D)
Riedel-de-Haen (D)
Romil (UK)
SDS (F)
Sigma-Aldrich (D)
Sigma-Aldrich (F)
Sigma-Aldrich (UK)
Vel (B)
Ya-Kemia (FIN)

Tabelle 9c

Verwendung zu Laborzwecken 1996
hier: Tetrachlorkohlenstoff (CCl₄)

Unternehmen
Bie & Berntsen (DK)
Carlo Erba (F)
Carlo Erba (I)
Fisia (I)
Fluka (D)
Ismar Chimica (I)
Mallinckrodt (NL)
Merck (D)
Merck (UK)
Mikrolab (DK)
OSI (F)
Prolabo (F)
Promochem (D)
Riedel-de-Haen (D)
Romil (UK)
SDS (F)
Sigma-Aldrich (F)
Sigma-Aldrich (UK)
Sigma-Aldrich (D)
Vel (B)
Ya-Kemia (FIN)

Tabelle 9d

Verwendung zu Laborzwecken 1996
hier: 1,1,1-Trichlorethan

Unternehmen
Elf Atochem (Centre de recherche Rhône-Alpes) (F)
Elf Atochem (Centre d'application de Levallois) (F)
Fisher (UK)
Fluka (D)
Haugel (F)
Mallinckrodt (NL)
Merck (D)
Merck (UK)
OSI (F)
Prolabo (F)
Renault (F)
Romil (UK)
Sigma-Aldrich (D)
Sigma-Aldrich (UK)
Sigma-Aldrich (F)

3.2.3 Quoten für das Inverkehrbringen von H-FCKW

Nach Artikel 4 Abs. 8 der Verordnung 3093/94 „teilt die Kommission gemäß dem Verfahren des Artikels 16 (der Verordnung) jedem Hersteller oder Importeur zu dem Zeitpunkt, zu dem die Gesamtmenge, die Hersteller bzw. Importeure in Verkehr gebracht oder für eigene Zwecke verwendet haben, 80 % der ...“ festgelegten H-FCKW-Menge „... erreicht, jedoch spätestens bis zum 1. Januar 2000, eine Quote zu.“

Um dies sicherzustellen, müssen nach den Artikeln 4 Abs. 8 und Artikel 17 Abs. 1b der Verordnung Hersteller bzw. Importeure der Kommission vierteljährlich die Menge der H-FCKW mitteilen, die von ihnen in der Gemeinschaft in Verkehr gebracht, für eigene Zwecke verwendet oder in die Gemeinschaft eingeführt wurde.

Obwohl 1995 die 80 %-Grenze überschritten wurde, wurde keine Quote zugeteilt. 1996 wurde die zur Verfügung stehende Menge von 8 079 ODP-Tonnen wie folgt aufgeteilt:

Ein Teil der Gesamtquote wurde für nicht an der FCKW-Produktion beteiligte Importeure in der Europäischen Gemeinschaft reserviert; im Jahr 1995 lag der Anteil der Einfuhren durch Nicht-Hersteller bei etwa 2 % der verfügbaren Gesamtquote. Ferner wurde eine Reserve für zusätzlichen Bedarf geschaffen. Insgesamt wurden 3 % der Gesamtquote für diese Zwecke zurückbehalten. Dies entspricht einer Menge von 243 ODP-gewichteten Tonnen.

Damit konnten 7 836 ODP-gewichtete Tonnen an die europäischen H-FCKW-Hersteller verteilt werden. Wichtigste Grundlage bei der Aufteilung der Quoten für das Jahr 1996 auf die einzelnen Hersteller waren der Gesamtabsatz von H-FCKW und die jeweiligen Marktanteile im Jahr 1995 in ODP-gewichteten Tonnen. Die zulässige Verbrauchshöchstmengende wurde im Jahre 1996 zu ca. 85 % ausgeschöpft.

Für das Jahr 1997 wurden die Quoten entsprechend den Marktanteilen der beteiligten Unternehmen im Jahre 1996 fortgeschrieben, wobei Importeuren ein Anteil von 5 % reserviert wird.

4. Nationale Maßnahmen in der Bundesrepublik Deutschland

4.1 FCKW-Halon-Verbots-Verordnung

Mit der am 1. August 1991 in Kraft getretenen anspruchsvollen FCKW-Halon-Verbots-Verordnung hatte die Bundesregierung das ehrgeizige Ziel eines Ausstieges aus den vollhalogenierten FCKW zum 1. Januar 1995 verfolgt.

Mittels einer Kombination aus ordnungsrechtlicher Vorgabe und zusätzlichen Selbstverpflichtungen von Industrie und Handwerk konnte dieses Ziel vor der angestrebten Frist erreicht werden. Die Produktion von vollhalogenierten FCKW wurde Ende April/Anfang Mai 1994 und die einzige Halonproduktion bereits 1991 eingestellt (s. auch Dritter Bericht). Mit diesen Maßnahmen konnte die Bundesregierung auch den Anstieg der Menge teilhalogenerter FCKW erfolgreich bekämpfen (s. Kapitel 4.2).

4.1.1 Ausnahmeregelung nach § 2 Abs. 2 - Medizinische Aerosole -

Das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) hat in bisher vier Bekanntmachungen im Bundesanzeiger vom

- 1. August 1991 (S. 5774)
- 15. März 1994 (S. 4916)
- 29. November 1995 (S. 12576) und
- 7. Januar 1997 (S. 78)

erläutert, unter welchen Umständen befristete Ausnahmen vom Verbot der Herstellung und des Inverkehrbringens von Arzneimitteln nach § 2 Abs. 2 der FCKW-Halon-Verbots-Verordnung vom 6. Mai 1991 (BGBl. I S. 1090) gewährt werden.

Ausnahmegenehmigungen werden entsprechend der Bekanntmachung vom 7. Januar 1997 jeweils für ein Jahr, gegenwärtig befristet auf den 31. Dezember 1997, erteilt, soweit sich die Verwendung der Arzneimittel auf die Behandlung von Asthma und sonstigen chronisch obstruktiven Atemwegserkrankungen mittels dosierbarer Inhalationsapparate beschränkt.

Gegenwärtig sind 117 Arzneimittel im Verkehr, die Stoffe enthalten, die in § 1 Abs. 1 der FCKW-Halon-Verbots-Verordnung genannt sind.

Auf der Grundlage der Bekanntmachung vom 29. November 1995 wurde

- zu 60 Arzneimitteln eine auf den 31. Dezember 1996 befristete Ausnahmegenehmigung erteilt;
- zu weiteren 12 Arzneimitteln eine Ausnahmegenehmigung von pharmazeutischen Unternehmen beantragt, diese aber noch nicht erteilt;
- bei 2 Arzneimitteln einem pharmazeutischen Unternehmen der Verzicht auf eine Ausnahmegenehmigung mitgeteilt.

Zu vier Arzneimitteln wurde im Jahre 1996 eine Zulassung mit dem alternativen (Treib-)Stoff 1,1,1,2,-Tetrafluorethan (Norfluran: R 134 a) erteilt.

Auch das „Montrealer Protokoll über Stoffe, die zu einem Abbau der Ozonschicht führen“, und die „Verordnung (EG) Nr. 3093/94 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen“, erlauben die Verwendung von FCKW zur Herstellung von Dosier-Aerosolen zur Behandlung von Asthma und anderen obstruktionsbedingten Bronchialerkrankungen. Demnach gehören Asthmasprays weltweit zu den noch zugelassenen FCKW-Verwendungen.

Derzeit entwickeln die Pharmazeutischen Unternehmen sowohl neue treibmittelhaltige als auch treibmittelfreie Arzneimittel. Als Treibmittel sollen die teilhalogenierten Fluorkohlenwasserstoffe R 134 a und R 227 zum Einsatz kommen.

Treibmittelfreie alternative Darreichungsformen werden nicht allen Patientengruppen gerecht. Insbesondere Säuglinge und Kleinkinder sind nicht in der Lage, mit dieser Anwendungsform den Wirkstoff in die Lunge zu transportieren. In der Bundesrepublik Deutschland durften 1995 insgesamt 1 009,5 t FCKW zur Herstellung von Asthmasprays eingesetzt werden. 1996 belief sich die deutschen Unternehmen zugeleitete FCKW-Menge für Asthmasprays auf 983,3 t.

Von der deutschen Asthmaspray-Produktion werden ca. 50 v. H. ins EU-Ausland exportiert.

4.1.2 Ausnahmeregelungen nach § 6 Abs. 2 - Feuerlöschmittel -

Die Verwendung von Halonen als Feuerlöschmittel ist seit dem 1. Januar 1992 verboten. Für Feuerlöschgeräte und -anlagen, die vor Inkrafttreten der Verordnung hergestellt wurden, galt eine Übergangsfrist bis zum 31. Dezember 1993.

Ausnahmen von diesen Vorschriften können auf Antrag bei den zuständigen Behörden der Länder, bei Seeschiffen unter deutscher Flagge bei der See-Berufsgenossenschaft im Benehmen mit dem Umweltbundesamt erteilt werden, wenn diese Stoffe bei der Brandbekämpfung zum Schutz von Leben und Gesundheit des Menschen zwingend erforderlich sind. Dies ist im Einzelfall zu entscheiden.

Aufgrund der grundgesetzlichen Kompetenzenverteilung zwischen Bund und Ländern liegt die Durchführung und Überwachung der Bestimmungen der FCKW-Halon-Verbots-Verordnung grundsätzlich in der Verwaltungskompetenz der Länder. Hierzu zählt insbesondere die Erteilung von Ausnahmegenehmigungen nach § 6 Abs. 2 der FCKW-Halon-Verbots-Verordnung für Halon-Feuerlöschanlagen sowie die Überprüfung des ordnungsgemäßen Umgangs mit diesen Stoffen. Da das Umweltbundesamt nach § 6

Abs. 2 der Verordnung nur „Benennungsbehörde“ ist und daher über die endgültige Entscheidung der Länder nicht informiert werden muß, gibt es keine vollständigen bundesweiten Statistiken über die noch in Feuerlöschanlagen enthaltenen Halonmengen und über die Handhabung von Ausnahmegenehmigungen. Aus den im Umweltbundesamt eingegangenen Ausnahmeanträgen wurde eine Halonmenge, die sich noch in Feuerlöschanlagen mit Ausnahmegenehmigung befindet, von etwa 500 t geschätzt. Aufgrund der Befristung einiger Genehmigungen wurde diese Menge bis Ende 1994 nochmals um etwa 12 % reduziert (s. auch Dritter Bericht).

Nach Schätzungen des Bundesverbandes für Feuerlöschanlagen und -geräte (bvfa) befanden sich zum Zeitpunkt des Inkrafttretens der FCKW-Halon-Verbots-Verordnung (1991) ca. 8 000 bis 9 000 t Halone im Umlauf. Da Halone in verschiedenen Einsatzbereichen verwandt wurden und Löschmittel bis dahin keinen chemikalienrechtlichen Regelungen unterlagen, ist eine genauere Mengenangabe nicht möglich.

Anwendungsbereich Luftfahrzeuge

In Verkehrsflugzeugen werden weiterhin zwei Arten von Halonen ausschließlich zur Brandbekämpfung verwendet: Halon 1211 zum Löschen von Brandherden im Kabinenbereich, die mit Wasserlöschern nicht erreichbar sind, und Halon 1301 zum Löschen von Bränden in Frachträumen und Triebwerken. Der Einsatz dieser Halone in Flugzeugen gilt international weiterhin als erforderlich, da bisher keine gleichwertigen, umweltverträglichen Ersatzstoffe gefunden werden konnten, die den besonderen Sicherheitsanforderungen im Luftverkehr genügen.

Die Forschung nach Ersatzstoffen, an der sich auch Deutschland beteiligt, wird seit ca. 4 Jahren sehr intensiv betrieben. Bei Instandhaltungsmaßnahmen an den Löschsystemen kommen nur noch zurückgewonnene Halone zum Einsatz.

Anwendungsbereich Seeschiffe unter deutscher Flagge

Der Einbau stationärer Halon-Feuerlöschanlagen in Maschinenräumen oder Ladepumpenräumen auf neuen Schiffen ist national seit dem 1. Januar 1992 und international seit dem 1. Januar 1994 verboten. Für vorhandene Halon-Feuerlöschanlagen auf deutschen Handelsschiffen sind nach § 6 Abs. 2 der FCKW-Halon-Verbotsverordnung bis zum 31. Dezember 1998 befristete Ausnahmen erteilt worden.

In den letzten Jahren kam es auf deutschen Schiffen mit Halonlöschanlagen zu keinen Bränden, so daß keine Halone freigesetzt wurden.

Bei den alle zwei Jahre erforderlichen Besichtigungen der deutschen Schiffe durch den technischen Aufsichtsdienst der See-Berufsgenossenschaft werden die Anlagen überprüft, um die Freisetzung von Halonen durch undichte Ventile zu verhindern.

4.1.3 Übergangsregelungen

4.1.3.1 Übergangsregelung nach § 10 Abs. 2

Seit Anfang 1995 ist die Verwendung von vollhalogenierten Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW) als Kältemittel bei allen Neuanlagen aufgrund der FCKW-Halon-Verbots-Verordnung verboten. Für Kälte- und Klimaanlageanlagen, die vor dem Inkrafttreten der Verordnung in Betrieb genommen wurden, gilt nach § 10 Abs. 2 der Verordnung eine Übergangsregelung. Danach dürfen die in der Verordnung geregelten FCKW-haltigen Kältemittel in Altanlagen so lange verwendet werden, bis keine weniger ozonabbauenden Stoffe nach dem Stand der Technik in diesen Anlagen eingesetzt werden können. Diese Ersatzkältemittel sind vom Umweltbundesamt bekanntzugeben.

Eine derartige Bekanntgabe setzt voraus, daß der Einsatz der Ersatzstoffe in den bestehenden Anlagen dem Stand der Technik entspricht. Dabei ist auch den Erfordernissen des Arbeits- und Unfallschutzes sowie dem Verhältnismäßigkeitsgrundsatz Rechnung zu tragen. Schätzungsweise 44 000 Tonnen Kältemittel (davon ca. 5 000 t in Haushaltskältegeräten) sind in den Altanlagen noch enthalten.

4.1.3.2 Bekanntmachung des Umweltbundesamtes

Im Rahmen eines Forschungsvorhabens mit dem Titel „Ermittlung und Bewertung von Ersatzkältemitteln für FCKW in bestehenden Kälte- und Klimaanlageanlagen“ wurden vom Forschungszentrum für Kältetechnik und Wärmepumpen GmbH, FKW, Hannover, unter Betrachtung auch ökonomischer Aspekte technisch einsetzbare Ersatzkältemittel für Anlagen ermittelt, in denen das FCKW-Kältemittel R 12 verwendet wird.

Nach einer abschließenden Diskussion mit betroffenen Verbänden im Dezember 1995 wurde die Bekanntgabe von Ersatzkältemitteln für R 12-haltige Erzeugnisse in einer Bekanntmachung durch das Umweltbundesamt im Bundesanzeiger Nr. 245, S. 12994 am 30. Dezember 1995 veröffentlicht.

Als Ersatzkältemittel für R 12 in Erzeugnissen, die vor dem Inkrafttreten der FCKW-Halon-Verbots-Verordnung hergestellt wurden, werden R 134 a (1,1,1,2-Tetrafluorethan) und R 22 (Chlordifluormethan) bekanntgegeben.

Durch diese Bekanntmachung wird die in der Übergangsvorschrift des § 10 Abs. 2 der FCKW-Halon-Verbots-Verordnung enthaltene Privilegierung für R 12-haltige Erzeugnisse unwirksam. Damit gelten sowohl das in § 3 der Verordnung normierte Verbot, R 12 in den Verkehr zu bringen oder zu verwenden, als auch das Verbot, R 12-haltige Erzeugnisse herzustellen oder in den Verkehr zu bringen, uneingeschränkt.

Die vom Umweltbundesamt bekanntgegebenen Kältemittel entsprechen dem Stand der Technik und sind im Hinblick auf ihre toxikologischen Eigenschaften untersucht. Der Einsatz weiterer Kältemittel, beispielsweise Kohlenwasserstoffe, Ammoniak und

Gemische ist in bestehenden R 12-Anlagen möglich. Diese Stoffe können aber derzeit nicht bekanntgegeben werden, da sie entweder nach dem Stand der Technik nicht als generell einsetzbar angesehen werden können oder die toxikologischen Eigenschaften für eine Bekanntgabe nicht ausreichend geprüft sind.

Die Bekanntgabe von R 22 erfolgte im Hinblick auf eine zügige Substitution von R 12. Eine Umrüstung von R 12 auf R 22 oder R 22-haltige Gemische bedeutet eine mindestens 95 % Reduktion des Ozonabbau-potentials. Es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß R 22 und Gemische, die R 22 enthalten, nur für einen begrenzten Zeitraum eingesetzt werden können. Zu Ersatzstoffen s. Kapitel 5.2 und Anlage 2 des Berichtes.

Ausgenommen von der Bekanntmachung sind steckerfertige Geräte, falls Kältemittel in diesen in einem dauerhaft geschlossenen Kreislauf geführt werden und die Kältemittelmenge unter 1 kg liegt. Diese Geräte (z. B. Haushaltskältegeräte) können bis zu ihrer Außerbetriebnahme mit R 12 als Kältemittel weiterverwendet werden.

Um eine sachgerechte, planbare Umrüstung entsprechender R 12-haltiger Anlagen zu ermöglichen, sieht die Bekanntmachung eine Frist von 30 Monaten (bis zum 30. Juni 1998) vor, innerhalb derer zu erwarten ist, daß der Stand der Technik bundesweit vollständig erreicht ist. Somit hat spätestens innerhalb dieser Zeitspanne die Umrüstung aller, nach dem Stand der Technik umrüstbarer Anlagen zu erfolgen (mit Ausnahme der vorgenannten steckerfertigen Geräte), anderenfalls ihre Außerbetriebnahme nach Ablauf der Frist.

Hieraus ergibt sich, daß ab dem 1. Juli 1998 alle technischen Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Einsatz von R 12 verboten sind, die einen unmittelbaren Umgang mit dem Kältemittel bedingen, wie z. B. Wartungsarbeiten und das Nachfüllen von Kältemitteln. Die Substitution hat nach dem Stand der Technik spätestens innerhalb dieser Zeitspanne zu erfolgen.

Da inzwischen beispielsweise von den PKW-Herstellern Umrüst-Kits angeboten werden, ist bereits heute offensichtlich in diesem Bereich der Stand der Technik dahin gehend erreicht, daß Ersatzkältemittel in den PKW-Klimaanlagen eingesetzt werden können. Hierbei ist zu beachten, daß nach der EG-VO 3093/94 die Verwendung von H-FCKW unter anderem in nach dem 31. Dezember 1995 hergestellten Geräten zur Klimatisierung von Kraftfahrzeugen untersagt ist (s. Kapitel 3.1).

Mit Ablauf der in der Bekanntmachung genannten Frist ist ab dem 1. Juli 1998 das Inverkehrbringen und Verwenden von R 12 als Kältemittel nach § 3 der Verordnung uneingeschränkt verboten. R 12, welches innerhalb dieses Zeitraumes nicht mehr für Erzeugnisse, die vor dem Inkrafttreten des § 3 der FCKW-Halon-Verbots-Verordnung hergestellt wurden, benötigt wird, ist nach § 8 der Verordnung einer ordnungsgemäßen Entsorgung zuzuführen.

4.2 Selbstverpflichtungen

Über die im Dritten Bericht aufgeführten Selbstverpflichtungen hinaus verpflichten sich die beiden bedeutendsten Hersteller von Polystyrol-Extruderschäumen (XPS-Schaum) – BASF AG und Dow Deutschland Inc. – zum beschleunigten Verzicht auf den Einsatz teilhalogenierten FCKW bei der Herstellung von XPS-Schaum.

Mit der im Februar 1996 dem Bundesumweltministerium überreichten Selbstverpflichtung werden die eingeleiteten Maßnahmen zum Umstieg auf H-FCKW-freie Treibmittel mit Nachdruck fortgeführt. Hierbei wird angestrebt,

- spätestens zum 30. Juni 1998 mindestens 80 % der auf dem deutschen Markt angebotenen XPS-Dämmplatten H-FCKW-frei herzustellen und
- die restlichen 20 % spätestens bis zum 1. Januar 2000 umzustellen.

Als Ersatztreibmittel wird das in der Luft enthaltene CO₂ eingesetzt, das aus bestehenden industriellen Prozessen oder natürlichen Quellen gewonnen wird. Als Zellinhalt enthalten die Platten lediglich Luft.

Bereits 1990, d. h. 5 Jahre vor dem in der FCKW-Halon-Verbots-Verordnung vorgeschriebenen Termin, hatten die beiden Unternehmen ihre Produktion von vollhalogenierten auf teilhalogenierte FCKW umgestellt. Hiermit war bereits ein Rückgang des Ozonabbau-potentials um 95 % verbunden. Verwendet wird derzeit insbesondere der H-FCKW R 142 b, in geringerem Umfang auch der H-FCKW R 22.

Ausgehend von einem Marktanteil der beiden Unternehmen von ca. 80 % wird mit dieser Selbstverpflichtung bis zum 1. Juli 1998 die Verwendung von H-FCKW in Deutschland um weitere 2 560 metrische Tonnen bzw. 167 ODP-Tonnen reduziert.

4.3 Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen (2. BImSchV)

Die am 1. März 1991 in Kraft getretene 2. BImSchV verbietet seit dem 1. Januar 1993 den Einsatz der ozonabbauenden Lösemittel FCKW R 11, R 112, R 113 und 1,1,1-Trichlorethan auch in den in dieser Verordnung geregelten Altanlagen (s. auch Dritten Bericht). Im Einzelfall konnte diese Frist von den zuständigen Landesbehörden verlängert werden. Die Verwendung von H-FCKW als Lösemittel ist in Oberflächebehandlungsanlagen, Chemischreinigungs- und Textilausrüstungsanlagen sowie Extraktionsanlagen aufgrund der Bestimmungen der 2. BImSchV nicht zugelassen. Damit entfällt in der Bundesrepublik Deutschland – im Gegensatz zu vielen anderen EU-Staaten – ein bedeutender H-FCKW-Einsatzbereich. Zu den eingesetzten Ersatzstoffen s. Kapitel 5.6.

4.4 Verminderung des Einsatzes von FCKW und Halonen bei der Bundeswehr

Der Zeitraum seit dem Dritten Bericht der Bundesregierung war geprägt von umfassenden Aktivitäten, die Anwendung von FCKW und Halonen in der Bundeswehr weiter zurückzuführen.

In den Jahren 1994 und 1995 ist ein erheblicher Rückgang der Verwendung zu verzeichnen. Dies wird durch die folgenden Maßnahmen in bestimmten FCKW- und Halon-typischen Anwendungsbereichen verdeutlicht.

FCKW als Kältemittel

Die Bundeswehr verwendet FCKW-haltige Kältemittel nur noch in Altanlagen im Einklang mit den nach der FCKW-Halon-Verbots-Verordnung geltenden Übergangsvorschriften (s. Kapitel 4.1.3).

Um darüber hinaus den Ausstieg zu beschleunigen, dürfen in der Bundeswehr nur noch Kälteanlagen und -systeme beschafft werden, die keine ozonschichtschädigenden Kältemittel enthalten. Durch diese Maßnahmen wird die Ausstiegsfrist der Verordnung in diesem Bereich nochmals verkürzt und der Tatsache Rechnung getragen, daß die Industrie auf diesem Gebiet bereits geeignete Ersatzstoffe anbietet.

Einige umweltfreundlichere Kältemittel wie R 134 a und Propan/Butan finden bereits Anwendung.

Es ist geplant, die Umrüstung von alten Kälteanlagen, in denen FCKW R 12 noch Verwendung findet, baldmöglichst entsprechend der Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 30. Dezember 1995 vorzunehmen.

Halone als Löschmittel

Die Bundeswehr hat sich weiterhin verpflichtet, alle erdenklichen Anstrengungen zum Ausstieg aus der Verwendung von Halonen als Feuerlöschmittel zu unternehmen. Hierbei sollen vor allem alle technischen und organisatorischen Möglichkeiten – dazu zählen auch Forschungsvorhaben und Entwicklungsprojekte –, auf den Gebieten der Ersatzstoffsuche und der Entwicklung alternativer Brandschutzkonzepte genutzt werden.

Bei unverzichtbaren, wichtigen Anwendungen von Halonen hat der Ordnungsgeber Ausnahmeregelungen zugelassen (s. Kapitel 4.1.2).

Davon wird in der Bundeswehr nur noch bei Halonlöschanlagen in Waffensystemen Gebrauch gemacht.

Die befristeten Ausnahmen beschränken sich auf in der Nutzung befindliche Halon-Anlagen und Halon-Geräte nur zum Schutz von Leben und Gesundheit der Soldaten sowie auf zwingende Gründe der militärischen Landesverteidigung in Flugzeugen, Schiffen und Gefechtsfahrzeugen.

Im einzelnen stellt sich der Sachstand wie folgt dar:

Flugzeuge

In Flugzeugen der Bundeswehr werden Handfeuerlöcher für Cockpit, Kabine und Laderaum sowie festinstallierte Löschanlagen für Triebwerke mit Halonen, überwiegend Halon 1211, verwendet.

Diese Löschanlagen sind gesetzlich vorgeschrieben und werden im Rahmen von befristeten Ausnahmegenehmigungen bis 31. Dezember 1998 weiter verwendet, da im militärischen Bereich, ebenso wie im zivilen, noch keine geeigneten Drop-in-Ersatzstoffe zur Verfügung stehen.

Schiffe und Boote

Halonlöschanlagen mit automatischer und/oder Handauslösung kommen auf einer Reihe von Schiffen und Booten in technischen Betriebsräumen zum Einsatz. Dort, wo eine Personengefährdung im Brandfall nicht so hoch eingeschätzt wird, ist eine Umrüstung, hauptsächlich auf CO₂-Löschanlagen, bereits erfolgt bzw. in der Durchführung. Auf einer Reihe von Kampfschiffen mit zumindest zeitweise besetzten Betriebsräumen werden Halon-Löschanlagen mit Ausnahmegenehmigungen in Betrieb gehalten. Das ursprüngliche Ausstiegskonzept auf der Basis der Löschmittel CO₂ und Wasser/Schaum muß aufgrund von Versuchsergebnissen im Zusammenhang mit der Verwendung von CO₂ überdacht werden. Die Versuche haben gezeigt, daß eine Gefahr für Leib und Leben der Soldaten bei der Auslösung derartiger Anlagen nicht ausgeschlossen werden kann.

Gepanzerte Fahrzeuge

Gepanzerte Fahrzeuge besitzen im Triebwerksraum eine Feuerwarn- und Löschanlage mit einer Halon 1211 Löschmittelbefüllung. Aufgrund einer befristeten Ausnahmegenehmigung können diese Anlagen noch bis zum 31. Dezember 1998 mit Halon 1211 befüllt bleiben.

Die stufenweise Umstellung dieser Anlagen von Halon 1211 auf andere Löschmittel ist vorgesehen. Als Einstieg ist bisher die Verwendung von Stickstoff geplant; die Möglichkeit der Umstellung auf andere Halon-Ersatzstoffe wird ebenfalls untersucht.

Der ursprüngliche Plan, die Umstellung auf das alternative Löschmittel Stickstoff bis zum 31. Dezember 1998 bei in Nutzung befindlichen Fahrzeugen abzuschließen, kann aufgrund neuerer Erkenntnisse im Zusammenhang mit der Verwendung von FM 200 (H-FKW R 227) als Feuerlöschmittel und dessen erforderlicher Prüfung der Eignung als Ersatzstoff in der verbliebenen Zeit nicht realisiert werden.

Es ist Vorsorge getroffen, daß mit der Umstellung unter Berücksichtigung der Ergebnisse der abschließenden Bewertungen durch den Bundesrechnungshof und der Kapazitäten der Industrie noch im Jahre 1998 begonnen werden kann.

Soweit gepanzerte Fahrzeuge über mit Halon 1301 betriebene Brandunterdrückungsanlagen verfügen, wurden diese deaktiviert und die Halonbehälter ausgebaut. Die Brandunterdrückungsanlagen dürfen nur im Einsatzfall wieder betriebsbereit gemacht werden.

Tabelle 10a

Ausnahmegenehmigungen für die Weiterverwendung von Halonen nach § 6 Abs. 2 der FCKW-Halon-Verbots-Verordnung bzw. nach § 24 Abs. 2 Chemikaliengesetz in Feuerlöschanlagen von Schiffen, Luftfahrzeugen und gepanzerten Fahrzeugen der Bundeswehr

1. Zahl der Ausnahmegenehmigungen	56
2. Gesamtmenge Halon	310 854 kg
hiervon	
Halon 1211	258 965 kg
Halon 1301	50 916 kg
Halon 2402	973 kg

Stand: März 1996

Tabelle 10b

Übersicht über die verbrauchten FCKW/Halone im Bereich der Bundeswehr im Jahr 1994

Kältemittel	Menge
R 11	78 kg
R 12	3 390 kg
R 13	362 kg
R 22	4 766 kg
R 114	265 kg

Löschmittel	Menge
Halon 1211	290 kg
Halon 1301	20 kg
Halon 24C2	26 kg

4.5 Einsatz von Brommethan (Methylbromid)

Anwendung von brommethanhaltigen Pflanzenschutzmitteln

Wegen ihrer toxikologischen Eigenschaften besteht für brommethanhaltige Pflanzenschutzmittel in der Bundesrepublik Deutschland ein eingeschränktes Anwendungsverbot nach § 2 in Verbindung mit Anlage 2 der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung in der Fassung der Verordnung zur Bereinigung pflanzenschutzrechtlicher Vorschriften vom 10. November 1992 (BGBl. I S. 1887), geändert durch die Erste Verordnung zur Änderung der Pflanzenschutz-

Anwendungsverordnung vom 3. August 1993 (BGBl. I S. 1455). Danach ist die Anwendung gegen Vorratsschädlinge nur zulässig

1. zur Begasung in Mühlen, Lagerräumen, Vorratsräumen und anderen Räumen von Lebensmittelbetrieben, in Vakuunkammern, gasdichten Kleinsilos, Transportmitteln und -behältern sowie unter gasdichten Planen gegen Vorratsschädlinge;
2. zur Bodenbehandlung außerhalb von Wasserschutzgebieten und Heilquellenschutzgebieten im Zierpflanzenbau, in Baumschulen, Rebschulen und bei der Erzeugung von Pflanzkartoffeln in Zuchtgärten.

In Fragen des Arbeitsschutzes unterliegen brommethanhaltige Pflanzenschutzmittel der Gefahrstoffverordnung.

Nach § 15 d dieser Verordnung kann im Einzelfall die zuständige Behörde die Verwendung von Methylbromid als Begasungsmittel erlauben, wenn diese von der Biologischen Bundesanstalt zugelassen sind.

Im Frühjahr 1997 wurden drei brommethanhaltige Pflanzenschutzmittel zur Begasung im Vorratsschutz erneut zugelassen. Deren Zulassung ist auf fünf Jahre befristet. Die Verlängerung der Zulassung erfolgte nur unter erheblichen Auflagen. So sind die Begasungen anzuzeigen und zu genehmigen. Je Einsatzort ist maximal eine Begasung pro Jahr erlaubt. Die Anfangskonzentration darf dabei 12g Brommethan pro Kubikmeter Raumvolumen nicht überschreiten. Gleichzeitig wurden die zugelassenen Anwendungsbereiche weiter eingeschränkt.

Bisher ist es bei der Mühlenbegasung gängige Praxis, nach erfolgter Einwirkzeit des Begasungsmittels die Mühlen zu entlüften. Dabei kommt es zu Freisetzungen in die Umgebungsluft mit dem eingesetzten umwelt- und gesundheitsschädigenden Insektizid.

Vor diesem Hintergrund fördert das Umweltbundesamt mit Mitteln des Bundesumweltministeriums das Vorhaben „Reduzierung der Emissionen bei der Insektenraumbegasung durch Einsatz einer zweistufigen Absorptionsanlage“ mit dem Ziel, die bisherigen Methylbromid-Emissionen fast vollständig zu vermeiden und das Insektizid für eine Wiederverwertung zurückzugewinnen.

Im Rahmen des vorgenannten Vorhabens konnte im Oktober 1994 in einer Mühle in Mannheim erfolgreich demonstriert werden, daß es möglich ist, das eingesetzte Methylbromid mit Hilfe eines Aktivkohleadsorbers zu über 90% zu adsorbieren und damit den TA Luft-Grenzwert von 20 mg/m³ einzuhalten. Der zweite Teil des Vorhabens, der Einsatz der Adsorptionsanlage mit dem Ziel, das auf den Aktivkohleadsorbern gespeicherte Methylbromid zu desorbieren und damit ein zweites Mal zu nutzen, konnte erst nach einigen Schwierigkeiten durchgeführt werden, da sich die bisher angesprochenen Mühlenbetreiber weigern, ihre Mühle für diesen Versuch zur Verfügung zu stellen.

Die Bodenbehandlung mit Brommethan ist außerhalb von Wasserschutzgebieten und Heilquellenschutzgebieten, im Zierpflanzenbau, in Baumschulen, in Reb-

schulen und bei der Erzeugung von Pflanzkartoffeln in Zuchtgärten gemäß der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung zulässig. Zur Zeit ist jedoch kein brommethanhaltiges Pflanzenschutzmittel für die Anwendung zur Bodenbehandlung zugelassen.

Eingesetzt werden in Deutschland ca. 100 Tonnen Brommethan pro Jahr. Zum Umweltverhalten von Brommethan s. Dritter Bericht (Kapitel 4.5; S. 23).

4.6 Chemikalien Straf- und Bußgeldverordnung (ChemStrOwiv)

Die Chemikalien Straf- und Bußgeldverordnung greift den Auftrag dreier EG-Verordnungen auf dem Gebiet des Chemikalienrechts, die in den Mitgliedstaaten direkte Geltung haben, auf und legt im Zusammenspiel mit dem Chemikaliengesetz diejenigen Sanktionen fest, die bei Verstößen gegen diese EG-Verordnungen zu verhängen sind.

Eine dieser Verordnungen ist die Verordnung (EG) Nr. 3093/94 vom 15. Dezember 1994 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen (s. Kapitel 3). Sie löst die Verordnung (EWG) Nr. 594/91 des Rates vom 4. März 1991 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen, ab.

Verstöße gegen diese, nunmehr abgelöste Verordnung konnten bisher bereits aufgrund einer nationalen Verordnung vom 18. Juli 1991 als Ordnungswidrigkeit geahndet werden.

Durch das Zweite Gesetz zur Änderung des Chemikaliengesetzes ist 1994 in § 27 Abs. 1 Nr. 3 ChemG eine Ermächtigung eingestellt worden, die es ermöglicht, Verstöße gegen EG-Verordnungen als Straftaten zu verfolgen, wenn die zu sanktionierenden EG-Regelungen u. a. Verbote und Beschränkungen entsprechen, die aufgrund des § 17 ChemG erlassen werden könnten.

Mit der Chemikalien Straf- und Bußgeldverordnung ist es nunmehr möglich, die Herstellungs-, Verkehrs- und Verwendungsverbote und -beschränkungen der Verordnung (EG) Nr. 3093/94 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen, als Straftat zu verfolgen. Damit ist es z. B. möglich geworden, die sogenannte aktive Veredelung von FCKW aus Drittstaaten in Deutschland wirksam zu verhindern, und zwar auch dann, wenn diese FCKW unmittelbar nach der Aufarbeitung zurück in das Drittland transportiert werden sollen.

4.7 Umweltzeichen

Seit 1978 können umweltgerecht hergestellte Produkte mit dem Umweltzeichen „Blauer Engel“ ge-

kennzeichnet werden. Das Umweltzeichen ist ein Instrument des produktbezogenen Umweltschutzes, das der Information und Beratung beim umweltgerechten Einkauf dient.

Vergeben wird das Umweltzeichen von einer unabhängigen Jury für Produkte, die sich im Vergleich zu anderen Produkten desselben Gebrauchszwecks, durch besondere Eigenschaften auszeichnen.

Sowohl bei den Umweltzeichen-Produktgruppen Kühl- und Gefriergeräte als auch bei Sonnenkollektoren kommt das Kriterium „Schutz der Ozonschicht“ zur Anwendung.

Bei Kühl- und Gefriergeräten mit dem Umweltzeichen dürfen weder das Kältemittel noch der Dämmstoff unter Zusatz von halogenorganischen Stoffen hergestellt werden. Das bedeutet, daß sowohl teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe (H-FCKW) als auch teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW) nicht eingesetzt werden dürfen. Hierdurch soll verhindert werden, daß bei Betriebsstörungen (Leckagen) oder bei der Entsorgung Stoffe in die Umwelt gelangen, die zum Abbau der stratosphärischen Ozonschicht beitragen. Darüber hinaus soll durch den Ausschluß von H-FKW und durch eine Beschränkung des Energieverbrauchs der Geräte der Eintrag von Stoffen in die Umwelt vermindert werden, die zum anthropogenen Treibhauseffekt beitragen. Die gleiche Zielrichtung wird auch mit dem Umweltzeichen für Sonnenkollektoren verfolgt. Hier soll zum einen durch das Verbot von halogenierten Kohlenwasserstoffen als Wärmeträgermedium der Eintrag der vorgenannten Stoffe vermieden werden. Gleichzeitig soll durch die Förderung dieser Art der Energiegewinnung der Eintrag von Gasen, die zum Treibhauseffekt beitragen, wie z. B. Kohlendioxid bei der Nutzung von fossilen Brennstoffen, vermindert werden.

4.8 Verhältnis FCKW-Halon-Verbots-Verordnung zur EG-Verordnung 3093/94

Die EG-Verordnung 3093/94 (s. Kapitel 3) enthält sowohl Regelungen die hinter der weiterhin gültigen FCKW-Halon-Verbots-Verordnung inhaltlich zurückbleiben, als auch solche, die über diese hinausgehen.

Ein Vergleich der Regelungsinhalte (s. Tabelle 11) der beiden Verordnungen zeigt, daß die nationale Verordnung hinsichtlich R 22 bei den relevanten Kältemittelanwendungen (z. B. Gewerbekälte), bei der Verwendung als Treibmittel bei der Verschäumung und beim Einsatz als Lösungsmittel in offenen Systemen die weitergehenden Bestimmungen enthält. Zu allen übrigen H-FCKW enthält nur die EG-Verordnung Regelungen.

**Gegenüberstellung der Verbotsfristen der neuen EG-Verordnung
mit den Bestimmungen der deutschen FCKW-Halon-Verbots-Verordnung**

		FCKW-Halon-Verbots-Verordnung in D		EG-Verordnung	
		R 22	übrige H-FCKW	R 22	übrige H-FCKW
Kältemittel	nicht geschlossene Kreisläufe/nicht geschlossene Direktverdampfungssysteme	1.8.1991	k. R.	1.1.1996	1.1.1996
	Haushaltsgeräte	1.1.2000	k. R.	1.1.1996	1.1.1996
	Klimatisierung Kfz	1.1.2000	k. R.	1.1.1996	1.1.1996
	Klimatisierung Straßenfahrzeuge öffentlicher Verkehr	1.1.2000	k. R.	1.1.1998	1.1.1996
	Klimatisierung Schienenfahrzeuge	1.1.2000	k. R.	1.1.1998	1.1.1998
	Öffentliche bzw. Verteilerkühlhäuser und -lager	1.1.2000	k. R.	1.1.2000	1.1.2000
	Geräte mit einer Eingangsleistung größer 150 kW	1.1.2000	k. R.	1.1.2000	1.1.2000
	sonstige Anwendungen (u. a. Gewerbekälte)	1.1.2000	k. R.	1.1.2015	1.1.2015
Schaumstoffe	Verpackungsmaterial und Geschirr	1.8.1991	k. R.	1.6.1995	1.6.1995
	Dämmstoffe	1.1.2000	k. R.	1.1.2015	1.1.2015
	Integralschaumstoffe für Sicherheitszwecke	1.1.2000	k. R.	1.1.2015	1.1.2015
	sonstige Schaumstoffe	1.1.2000	k. R.	1.6.1995	1.1.1996
Lösungsmittel*)	nicht geschlossene Systeme	1.1.1992	k. R.	1.1.1996	1.1.1996
	Aerosole	1.1.1992	k. R.	1.1.1996	1.1.1996
	Entwicklung von Fingerabdrücken	1.1.1992	k. R.	1.1.1996	1.1.2015
	Fixiermittel Laserdrucker	1.1.1992	k. R.	1.1.2015	1.1.2015
	sonstige Anwendungen	1.1.1992	k. R.	1.1.2015	1.2.2015
Druckgaspackungen		1.8.1991	k. R.	1.6.1995	1.1.1995
Ausgangsmaterial zur Herstellung anderer Chemikalien		k. R.	k. R.	1.1.2015	1.1.2015
Trägergas für Sterilisationsstoffe in geschlossenen Systemen		k. R.	k. R.	1.1.2015	1.1.2015
alle übrigen Anwendungen		k. R.	k. R.	1.6.1995	1.6.1995

k. R.: keine Regelung

weitergehende Regelung

*) In Anlagen nach der 2. BImSchV ist die Verwendung von H-FCKW nicht zugelassen.

5. Entwicklung von Ersatzstoffen und -verfahren

5.1 Allgemeines

Mit Bekanntwerden der ozonschichtschädigenden Eigenschaften der FCKW begann die Suche nach Ersatzstoffen, die sich zunächst auf Stoffe mit, im Vergleich zu den FCKW, sehr ähnlichen Eigenschaften konzentrierte. Hierzu zählen insbesondere die teilhalogenierten FCKW, die jedoch noch ein, wenn auch geringeres, Ozonabbaupotential und auch ein geringeres Treibhauspotential, besitzen. Die Akzeptanz halogenfreier Alternativen war zunächst gering. Viele Vorbehalte konnten jedoch in den letzten Jahren abgebaut werden.

Wegen der vielfältigen Verwendungsbereiche ozonschichtschädigender Stoffe ist auch die Entwicklung einer Vielzahl von Ersatzstoffen und -technologien erforderlich. Während bei den Lösungs- und Reinigungsmitteln aufgrund der Bestimmungen der Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen (2. BImSchV) und beim Halonersatz – bis auf die unverzichtbaren Anwendungsbereiche – (s. auch Kapitel 4.1.2) der Umstieg auf weniger umweltrelevante bzw. umweltneutrale Lösungen erfolgreich abgeschlossen ist, ist in einigen Anwendungsbereichen die Substitution ozonschichtschädigender Substanzen noch nicht flächendeckend erfolgt. Beispielhaft sei im folgenden auf den derzeitigen Entwicklungsstand in den Bereichen Kältetechnik, Verschäumung, Laborbedarf und die unverzichtbaren Anwendungen eingegangen.

Eine Übersicht zu Ersatzstoffen ist in der Anlage 2 des Berichtes abgedruckt.

5.2 Kältetechnik

Für neue Kälte- und Klimaanlage stehen heute eine Vielzahl von ozonschichtunschädlichen Alternativen zur Verfügung. Neben teilfluorierten Kohlenwasserstoffen (HFKW), die als Reinstoffe (z. B. R 134 a) oder in Gemischen (z. B. R 404 a, R 407, R 410 a, R 507) eingesetzt werden können, stehen auch halogenfreie Alternativen wie Kohlenwasserstoffe oder Ammoniak zur Verfügung. Gerade letztere kommen in zunehmendem Maße z. B. in Supermärkten oder in Klimaanlagen zum Einsatz.

Eine Übersicht über die Einsatzbereiche von ozonschichtunschädlichen Kältemitteln in Kompressionskältemaschinen gibt Tabelle 12. Eine Renaissance erleben derzeit auch Absorptionskältemaschinen.

Absorptionskälteanlagen nutzen den physikalischen Effekt der Absorption von Kältemitteldampf durch eine wäßrige Lösung aus. Als Arbeitsstoffpaare (Kälte-/Lösungsmittel) kommen Wasser/Lithiumbromid-Lösungen und Ammoniak/Wasser zum Einsatz. Im Gegensatz zum Kompressionskälteprozeß wird der Kältemitteldampf nicht angesaugt und mechanisch

verdichtet, sondern absorbiert und in flüssigem Zustand auf das erforderliche höhere Druckniveau gebracht. Die Trennung des Kältemittels von der Lösung erfolgt durch Wärmezufuhr im Austreiber. Absorptionskälteanlagen werden mit einer Kälteleistung von 10 kW bis zu 6 000 kW angeboten. Typische Anwendungsbereiche für Absorptionskältemaschinen sind der Klimabereich mit Nutzttemperaturen von +4 °C bis +12 °C und der Bereich tieferer Nutzttemperaturen bis -60 °C.

Eine energetisch und wirtschaftlich vorteilhafte Konzeption stellt die Nutzung von Abwärme zum Betrieb von Absorptionskältemaschinen dar. Grundsätzlich kann dies durch eine Nutzung von industrieller Überschußwärme, durch die Beheizung mit Fernwärme und durch die Nutzung von Wärme aus Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung erfolgen.

Absorptionskältemaschinen in Verbindung mit Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung sind insbesondere in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie, aber auch bei der Klimatisierung von Gebäuden und Fabrikationsstätten sowie zur Temperierung von Präzisionsmaschinen und -elementen verbreitet.

5.3 Verschäumung

Zur Wärmedämmung werden in großem Umfang Hartschaumstoffe eingesetzt. Sie lassen sich in drei Gruppen einteilen:

- Polyurethan (PUR) – Hartschaum als Dämmstoffplatten, Ortschaum, Füllschaum, Montageschaum und Sandwichelemente – wird mit teilhalogenierten Fluorkohlenwasserstoffen (H-FKW), Kohlenwasserstoffen oder CO₂ als Treibmittel geschäumt;
- extrudierter Polystyrolhartschaum (XPS) wird mit teilhalogenierten FCKW (R 142 b, R 22) oder CO₂ hergestellt;
- expandierter Polystyrolhartschaum (EPS) wird ausschließlich mit Pentan als Treibmittel geschäumt.

XPS-Hartschaum wird in Extrusionsanlagen aus Polystyrol unter Zugabe von Treibmitteln hergestellt. Es entsteht ein geschlossenzelliger Schaum, der relativ wasserdampfdurchlässig ist und auch bei direktem Wasserkontakt nur wenig Wasser aufnimmt.

XPS-Platten werden deshalb vornehmlich in der Außendämmung eingesetzt und sind für den Naßbereich (erdberührte Außenmauern) geeignet. XPS-Schaum ist etwa seit Mitte der 60er Jahre auf dem Markt und wurde zunächst mit dem vollhalogenierten FCKW R 12 geschäumt. Bis Mitte 1990 erfolgte eine Umstellung auf teilhalogenierte H-FCKW. Neben dem H-FCKW R 22 kommt seitdem der H-FCKW R 142 b zum Einsatz. Insbesondere durch die von

Überblick zu ozonschichtunschädlichen Kältemitteln gegliedert nach Einsatzgebieten

Anwendungsgebiet	Primärer Zweck	Temperaturbereich		Ersatzkältemittel	Kälteleistung (kW)	bisher eingesetzte Kältemittel
Haushaltskälte	Lebensmittelkühlung, -konservierung	-30° ~ 0°	20° ~ 50°	KW, R 134 a	0,05 ~ 0,3	R 12
Gewerbekälte	Lebensmittelkühlung, -konservierung, Klimatisierung	-45° ~ 0°	20° ~ 50°	KW, Ammoniak, H-FKW	1 ~ einige 100	R 12, R 22, R 502, R 13, R 13B1
Kühlhaus, Lebensmittelverarbeitung	Lebensmittelkühlung, -konservierung	-35° 0° wenige ~ -50°	20° ~ 50°	Ammoniak, H-FKW	50 ~ 20 000	R 11, R 12, R 502, R 22
Industriekälte	Prozeßkühlung	-196° ~ 0°		Ammoniak, KW, H-FKW	100 ~ 200 u. a. einige MW	R 11, R 502, R 12, R 22
Klimaanlagen (luftgekühlt)	Kühlung, Entfeuchtung und/oder Heizung einzelner Räume bis zu Ausstellungshallen	~ 0°	30° ~ 50°	KW, H-FKW	2 ~ 420	R 22
Klimaanlagen (wassergekühlt)	Klimatisierung (Produktion und Komfort)	~ 0°	30° ~ 50°	R 134 a, Ammoniak	7 ~ 35 000	R 11, R 12, R 22
Transportkühlung und mobile Klimaanlagen ¹⁾	Transportkühlung	-30° ~ 0°	0° ~ 50°	Luft H-FKW	1 ~ 20 und in Schiffen x MW	R 12, R 22, R 502
Automobile Klimaanlagen	Autoklimaanlage	~ 0°	40° ~ 70°	R 134 a	3 ~ 6	R 12
Wärmepumpen ¹⁾	Wärmepumpen	-10° ~ 30°	40° ~ 100°	KW, H-FKW	1 ~ x MW	R 12, R 22, R 502

¹⁾ Ohne Automobile.

²⁾ KW = Kohlenwasserstoffe.

Quelle: Forschungsinstitut für Kältetechnik und Wärmepumpen, Hannover.

einigen Kommunen und Ländern (z. B. dem Berliner Senat) beschlossenen Wohnungsbauförderrichtlinien, die FCKW- und H-FCKW-freie Baumaterialien forderten, stieg die Nachfrage nach H-FCKW-freien XPS-Schaumplatten. Diese Richtlinien stießen zunächst auf massiven Widerstand seitens der Industrie. Noch 1995 bestätigten die Hersteller DOW und BASF, daß sie CO₂-getriebene XPS-Schaumplatten nur in Ausnahmen, d. h. wenn Kommunen und andere Behörden ausdrücklich auf FCKW- und H-FCKW-freie Produkte bestehen, liefern. Anfang 1996 verpflichteten sich die beiden deutschen Hersteller von

XPS-Schaum, BASF AG und DOW Deutschland Inc., schrittweise bis zum Jahr 2000 auf die Verwendung von H-FCKW als Treibmittel zu verzichten (s. Kapitel 4.2). Damit können inzwischen alle Dämmstoffe mit halogenfreien Treibmitteln wie Kohlenwasserstoffe, Kohlendioxid und Wasser geschäumt werden.

Etwas anders gestaltet sich die Situation bei den Montage- und Ortschäumen. Hier kommt insbesondere der H-FKW R 134 a zum Einsatz, da die Verwendung von Kohlenwasserstoffen aufgrund ihrer Brennbarkeit nur bedingt möglich ist.

5.4 Löschmittel

An der Entwicklung von Ersatzstoffen und -verfahren für Halone wird intensiv gearbeitet. Jedoch haben sich hier gegenüber dem im Dritten Bericht der Bundesregierung dargelegten Stand keine wesentlichen Entwicklungen ergeben. So ist die Verwendung der bereits seit November 1991 in der Bundesrepublik Deutschland nicht mehr hergestellten Halone heute nur noch in wenigen Bereichen (s. Kapitel 4.1.2) gestattet. Brandschutzprobleme wurden vielfach mit alternativen organisatorisch/technischen Maßnahmen gelöst. Für die ehemaligen Anwendungsgebiete des Halon 1301 sind hier insbesondere CO₂-Objekt-schutz- und Raumschutzanlagen sowie Inertgas-Raumschutzanlagen zu nennen. Für Halon 1211 in mobilen Anlagen werden Löscheräte mit CO₂, Pulver, Wasser oder Schaum als Substitut eingesetzt. Bei Binnenschiffen wurde der Entwicklung international soweit Rechnung getragen, daß der Einsatz von Halonen in Feuerlöschanlagen nicht mehr zugelassen ist.

Die Verwendung teilfluorierter Stoffe als Löschmittel wird weiterhin geprüft.

5.5 Einsatz im Labor

Aufgrund internationaler Normen werden als Extraktionsmittel zur Bestimmung der Kontamination des Kompartiments Boden mit Kohlenwasserstoffen FCKW als Extraktionsmittel eingesetzt.

Durch die Verarbeitung, vielfältige Nutzung und den Transport großer Mengen von Erdölprodukten sind Kontaminationen der Umweltkompartimente Wasser und Boden nicht völlig auszuschließen. Mineralölverunreinigungen in Böden gehören deshalb mengen- und flächenmäßig zu den häufigsten Kontaminationsfällen mit entsprechendem Sanierungsbedarf.

Als Extraktionsmittel wird nach wie vor der FCKW R 113 eingesetzt, dessen Herstellung oder Import einer Ausnahmegenehmigung durch die EU bedarf (s. Kapitel 3). Insgesamt kommen im Laborbereich ca. 130 t R 113 zum Einsatz. Das sind etwa 4 % des Gesamtverbrauchs (ODP-gewichtete Tonnen) an ozonabbauenden Stoffen in Deutschland. Ein alternatives Normverfahren für die Bestimmung von Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW) existiert derzeit noch nicht. Pro MKW-Analyse benötigt man je nach Matrixmaterial zwischen 25 ml (Wasser) und 250 ml (Boden und feste Abfälle) R 113. Es ist davon auszugehen, daß MKW-Bestimmungen zu den am häufigsten durchgeführten Analysen in Umweltlaboratorien zählen.

Alternative – FCKW-freie – Untersuchungsmethoden haben in verschiedenen Tests ihre grundsätzliche Eignung bestätigt. Die Substitution von R 113 im Laborbereich erfolgt aufgrund der in den Normen festgelegten Analyseverfahren derzeit jedoch noch nicht. Hier bedarf es weiterer Aktivitäten insbesondere im Bereich der europäischen Normung.

Darüber hinaus finden weitere ozonschichtschädigende Stoffe, wie z. B. Tetrachlorkohlenstoff, im geringem Umfange Anwendung im Labor.

5.6 Reinigungs- und Lösungsmittel

Hauptanwendungsgebiet von FCKW im Bereich Reinigungs- und Lösungsmittel waren die Chemischreinigungsanlagen und die Oberflächenbehandlungsanlagen. In Chemischreinigungsanlagen werden keine FCKW mehr eingesetzt. Die Substitution erfolgte durch Isoparaffine der Kettenlänge C₉ bis C₁₂ bzw. auch durch Tetrachlorethan.

Im Bereich Oberflächenreinigung erfolgte die Substitution im wesentlichen durch:

- wäßrige Verfahren,
- halbwäßrige Verfahren (wäßriger Reiniger + organische Lösungsmittel),
- Verfahren auf Basis organischer Lösemittel,
- Plasmareinigung im Niederdruck mit Vorreinigung mittels wäßriger oder organische Lösemittel enthaltende Reiniger,
- Einsatz chlorierter (nicht ozonschichtschädigender) Lösemittel gemäß 2. BImSchV (Trichlorethan, Tetrachlorethan, Dichlormethan).

5.7 Unverzichtbare Anwendungen

Nach den Vorschriften der FCKW-Halon-Verbots-Verordnung und der EG-FCKW-Verordnung können auf der Basis des Montrealer Protokolls für unverzichtbare Anwendungen Ausnahmen von den jeweiligen Verboten erteilt werden.

„Wesentliche“ Verwendungszwecke für die in der EG-Verordnung Nr. 3093/94 (s. Kapitel 3) geregelten Stoffe liegen vor, wenn

- dies für die Gesundheit oder Sicherheit erforderlich oder für die Gesellschaft unverzichtbar ist und
- es weder technisch noch wirtschaftlich gangbare Alternativen oder Ersatzstoffe gibt, die aus Sicht des Umwelt- und Gesundheitsschutzes vertretbar wären.

Dies gilt in der EU im wesentlichen für medizinische Anwendungen und für Verwendungen zu Laborzwecken. Insgesamt wurden 1995 10 000 t ozonabbauende Stoffe für wichtige Verwendungszwecke zugelassen. 1996 betrug diese Menge 6 905 t. Für das Jahr 1997 wurde die gleiche Menge zugeteilt.

Nach der FCKW-Halon-Verbots-Verordnung können Ausnahmegenehmigungen für medizinische Anwendungen vom Arzneimittelinstitut erteilt werden (s. auch Kapitel 4.1.1). Darüber hinaus werden für Feuerlöschanlagen, die zum Schutz von Leben und Gesundheit des Menschen zwingend erforderlich sind, Ausnahmegenehmigungen von den zuständigen Landesbehörden erteilt. In der Regel sind diese Ausnahmen bis zum 31. Dezember 1998 befristet. Danach ist eine erneute Antragstellung erforderlich (s. Kapitel 4.1.2).

6. Forschung

6.1 Forschungsprogramm zur Emissionsminderung ozonschichtschädigender Stoffe

Im Rahmen seines Programms „Umweltforschung und -technologie“ hat das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) seit 1989 in erheblichem Umfang Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Minderung von Halogen-Kohlenwasserstoff (HKW)-Emissionen gefördert. Ziel war insbesondere die rasche Substitution der FCKW, aber auch die weitere Reduzierung des Einsatzes von Chlorkohlenwasserstoffen (CKW).

Mit den geförderten Vorhaben wurden in den wesentlichen Emissionsbereichen und Anwendungsfeldern

- Kunststoffverschäumung
- Lösungs- und Reinigungsmittel
- Kälte-/Klimatechnik

wichtige Impulse für eine breite Entwicklung von neuen Umwelttechniken und Ersatzstoffen durch Forschungsinstitute und Industrie sowie einen schnellen Ausstieg aus der Verwendung von FCKW gegeben.

Bei den Fördermaßnahmen wurde auf weitestgehende ökologische Unbedenklichkeit besonderen Wert gelegt. So war die Substitution durch teilhalogenierte FCKW von der Förderung ausgenommen. Bis auf den Bereich Kälte-/Klimatechnik, in dem teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW) mit berücksichtigt wurden, konnte vollständig auf halogenhaltige Substitute verzichtet werden.

Innerhalb der 3 Hauptanwendungsbereiche arbeiteten Anlagenhersteller, Forschungsinstitute und Verarbeiter gemeinsam an der Entwicklung neuer oder modifizierter Verfahren. Insgesamt wurden ca. 50 Vorhaben, die in der Regel in größeren Verbundprojekten zusammengefaßt waren, vom BMBF über den Projektträger Umweltschutztechnik der Deutschen Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) mit einem Volumen von ca. 44 Mio. DM gefördert. Die von der Industrie aufgewandten Eigenmittel für diese Vorhaben liegen in der gleichen Größenordnung. Die Verbundprojekte wurden von sachkundigen Institutionen koordiniert, die auch die Verbreitung der Ergebnisse übernommen haben.

Die Maßnahmen in den Bereichen Kunststoffverschäumung und Löse-/Reinigungsmittel sind praktisch abgeschlossen:

- Die Substitution der FCKW bei der Verschäumung von Kunststoffen – im wesentlichen beschränkt auf Polyurethanintegral- und Isolierhartschäume führt in allen geförderten Anwendungsfällen, wie Kühlfahrzeug- und Bauisolierung, PC-Gehäuse,

PKW-Armaturenbrett, zum Einsatz unbedenklicher halogenfreier Ersatzstoffe, wie Wasser/CO₂ oder Pentan. Der Kältegeräte-Isolierschaumbereich (z. B. Kühlschränke), ebenso wie Weichschäume, wurde von der Industrie eigenständig abgedeckt, so daß keine Bundesförderung notwendig war.

Die Förderung ermöglichte den frühzeitigen FCKW-Ausstieg nicht nur bei den Schäummitteln, sondern auch aus den problematischen Trennmittelanwendungen. Darüber hinaus gelang ohne Qualitätsminderung die Einbindung von Recyclingmaterial in die neuen Kunststoffschäume.

- Die Substitution der FCKW in der Elektroindustrie bei der Reinigung von Leiterplatten nach dem Lötprozeß, der Reinigung von optischen Präzisionsteilen und von Metallteilen sowie in der Textilreinigung durch wäßrige Reinigungslösungen bzw. aromatenfreie Kohlenwasserstoffgemische wurden erfolgreich abgeschlossen und umgesetzt.

Weitere Förderungsmaßnahmen zielten auf den Ersatz gebräuchlicher CKW in der Metalloberflächen- und Textilreinigung. Maßnahmen zur Verminderung der Emissionsfreisetzung z. B. durch Kapselung von Anlagen wurde wegen der innovativeren Substitution durch umweltverträgliche Stoffe nicht gefördert. Eine Reihe von Unternehmen setzte die Ergebnisse um, so daß diese heute HKW-frei arbeiten. Außerdem profitierten sie von einem drastisch reduzierten Verbrauch an Reinigungsmitteln und Wasser. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) scheuen jedoch oft die Investitionen, die mit einer CKW-Alternative verbunden sind. Zur Verbesserung des Transfers der FCKW- und CKW-Substitutionsergebnisse wurde vom TÜV-Südwest mit BMBF-Unterstützung ein Leitfaden „HKW-freie Reinigungsverfahren“ erstellt.

Gefördert wird derzeit noch ein Vorhaben, in dem die verschiedenen bestehenden industriellen Reinigungstechniken von Bauteilen aus Metall, Kunststoff oder Glas aus ökologischer und wirtschaftlicher Sicht miteinander verglichen und bewertet werden. Das Vorhaben soll Ende 1997 abgeschlossen sein.

Im Bereich Kälte und Klima wurden neben den Untersuchungen geeigneter Gemische von Kältemitteln für einen raschen Ausstieg aus den vollhalogenierten FCKW insbesondere spezielle Anlagenentwicklungen auf der Basis natürlicher Ersatzstoffe (Luft, Ammoniak, CO₂) betrieben. Dank der geförderten Entwicklungsarbeiten konnte beispielsweise von einem Unternehmen eine neue Baureihe von Ammoniak-Kältemaschinen, die auch kleine Kälteleistungen in der Größenordnung von ca. 10 kW einschließt, auf den Markt gebracht werden.

Kälteanlagen, die einen Verzicht auf das teilhalogenierte FCKW R 22, dessen Anwendung noch bis zum Jahre 2000 erlaubt ist, ermöglichen, sind in den Bereichen Supermarkt und Transportkälte noch in der Entwicklung. Als Kältemittel sollen dabei wiederum ozonunschädliche H-FKW, Ammoniak und der sogenannte Kaltluftprozeß zur Anwendung kommen.

6.2 Forschungsprogramm zur Untersuchung der Mechanismen des Ozonabbaus

Mit der Unterzeichnung des Wiener Übereinkommens zum Schutz der Ozonschicht sowie des Montrealer Protokolls hat sich die Bundesregierung auch dazu verpflichtet, Forschungsarbeiten zu unterstützen, die der Weiterentwicklung der Regulierungsmechanismen dienen.

Das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) setzt daher in Abstimmung mit den Instituten der Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen (AGF) und der Blauen Liste sowie in Koordination mit internationalen Forschungsprogrammen (z. B. 4. Rahmenprogramm der Europäischen Kommission, Network for the Detection of Stratospheric Change (NDSC), die Förderung von Forschungsarbeiten in verschiedenen Schwerpunktbereichen des Ozonforschungsprogramms (OFP) fort.

Die zukünftigen Aktivitäten bauen auf den Erkenntnissen der vorangehenden Arbeiten des OFP auf, das seit 1989 in den Arbeitsgebieten Feldmessungen, Laboruntersuchungen und Modellierung wesentliche Beiträge zur Aufklärung der Ozonveränderungen in der Nordhemisphäre geleistet hat. Seine aktivsten Phasen hat das bisherige OFP mit der Teilnahme in zwei großen europäischen Kampagnen (EASOE 1991/92, SESAME 1994/95) gefunden. Das Ziel dieser Kampagnen waren Bestandsaufnahmen von Ozon und ozonrelevanten Spurengasen sowie meteorologischen und dynamischen Parametern vor, während und nach Ausbildung des winterlichen Kältewirbels. Durch begleitende Modellanalysen unter Einschluß von allen bekannten chemischen Reaktionen und dynamischen Abläufen wurde auch versucht, die Beobachtungen durch Simulationsrechnungen zu verifizieren.

Der Erkenntnisgewinn aus EASOE/SESAME läßt sich wie folgt beschreiben:

- Auch die Stratosphäre im Norden ist vom verstärktem winterlichen Ozonverlust betroffen, allerdings hat sich bisher kein dem „Ozonloch“ der Südhemisphäre quantitativ vergleichbarer Abbau der Ozonschicht gezeigt (s. Kapitel 1.4).
- Die chemischen und physikalischen Prozesse, die die winterlichen Ozonverluste bewirken, sind – zumindest in groben Konturen – bekannt. Erhebliche Bedeutung für den Ozonabbau besitzen Aerosole und polare stratosphärische Wolken.
- Eine quantitative Beschreibung der winterlichen Ozonverluste und ihrer Auswirkungen auf mittlere Breiten sowie die Voraussage der weiteren zeitlichen Entwicklung steht noch aus.

Die Fortsetzung des Ozonforschungsprogrammes erfolgt auf der Basis von definierten Themenbereichen, die sich den wichtigsten offenen Fragen widmen. Zu ihrer Beantwortung werden Feldmessungen, Laboruntersuchungen und Modellierungen zusammengeführt, so daß ein ganzheitlicher Problem- und aufgabenorientierter Ansatz entsteht.

Leitthema 1:

Prozeßstudien zur stratosphärischen Chemie und Dynamik

Die Charakterisierung von lokalen und regionalen Konzentrationsverteilungen innerhalb der wichtigsten Spurengasfamilien (Cl_y , NO_y , HO_y) sowie ihrer zeitlichen und räumlichen Variabilität ist aus heutiger Sicht unverzichtbar, um belastbare quantitative Aussagen über das Ozonabbaupotential bei zunehmender anthropogener Chlorbelastung zu erhalten und seine weitere Beeinflussung durch andere anthropogene Veränderungen (Erhöhung von NO_x und H_2O durch den zukünftigen Überschallflugverkehr, Veränderung der Stratosphärentemperatur aufgrund des bevorstehenden Klimawandels) abzuschätzen. Innerhalb dieses Leitthemas werden daher Arbeiten durchgeführt, die zu einer verbesserten qualitativen und quantitativen Beschreibung von solchen chemischen und physikalischen Prozessen führen, die zur Umwandlung und Verteilung atmosphärischer Spurenstoffe in der Stratosphäre beitragen.

Zu diesem Leitthema sind u. a. Feldmessungen geplant, bei denen Stratosphärenballone und Forschungsflugzeuge eingesetzt werden sollen. Laboruntersuchungen zur Chemie und Modellierungen zur Chemie, Mikrophysik und Dynamik ergänzen die Arbeiten.

- Chemie der Ozonreduktion in der unteren Stratosphäre (CHORUS)

In koordinierten Meßkampagnen mit Forschungsballonen und Meßflugzeugen sollen neue Geräte eingesetzt werden, um die vollständige Massenbilanz der Spurenstoffe bei unterschiedlichen Bedingungen in der Stratosphäre über mittleren und hohen Breiten zu untersuchen. Mit den geplanten Ballonkampagnen werden Untersuchungen, die im Rahmen des EC Programms SESAME begonnen wurden, mit erheblich verbesserten bzw. auf wichtige chemische Spezies ausgedehnte Meßmethoden fortgeführt und erweitert.

- Polare stratosphärische Wolken, Leewellen, Chemie, Aerosole und Transport (POLECAT)

Ziel ist es, Aufschluß über Entstehung, Entwicklung und unmittelbare Wirkung von stratosphärischem Aerosol und Teilchen der Polar Stratospheric Clouds (PSC) zu erhalten. Dazu wird das mikrophysikalische und heterogen-chemische Verhalten des Aerosols in der arktischen Winterstratosphäre untersucht. Trotz des bereits vorliegenden Wissens über die chloraktivierenden Eigenschaften der Teilchen weist das Verständnis der genauen Prozeßabläufe noch erhebliche Lücken auf, die eine verlässliche, abschließende Einschätzung zukünftiger Ozonzerstörung in der Arktis noch nicht gestatten.

Leitthema 2:

Identifikation, Überwachung und Analyse von Prozessen, die zur Variabilität des stratosphärischen Ozons führen

Das Verhalten der stratosphärischen Ozonschicht wird maßgeblich durch natürliche chemische und dynamische Prozesse bestimmt. Dem ist eine durch anthropogene Effekte verursachte Ozonabnahme überlagert. Die Ursachen für beide Effekte, die natürlichen und die anthropogenen Variationen müssen quantifiziert werden. Dazu sind vielfältige und langfristige Beobachtungen, eine sorgfältige Diagnose dieser Beobachtungen sowie eine fortlaufende Verbesserung der relevanten physikalischen und chemischen Prozesse mittels numerischer Rechner-Modelle notwendig.

- Die langfristigen Trends des stratosphärischen Ozons und der ozonrelevanten stratosphärischen Parameter über der Nordhemisphäre sind überlagert von starken kurzfristigen Schwankungen. Die beobachtete große Variabilität wird im wesentlichen durch dynamische Prozesse natürlichen Ursprungs verursacht. Gleichzeitig führen auch einzelne Ereignisse (z. B. Vulkanausbrüche) zu signifikanten Veränderungen. Eine Trennung von natürlichen Prozessen, die zu der beobachteten Variabilität führen, von dem anthropogen verursachten Trend ist notwendig. Dazu ist es u. a. wichtig, relevante dynamische und/oder chemische Prozesse getrennt zu betrachten, um ihre Bedeutung für den beobachteten Zustand der stratosphärischen Ozonschicht und die gegenseitigen Rückkopplungsmechanismen zu erkennen und zu quantifizieren. Ziel ist daher die Langzeitbeobachtung des stratosphärischen Ozons, speziell über der Nordhemisphäre. Im Vordergrund steht die Analyse und Fortführung der bereits existierenden Meßreihen, die z. T. schon mehr als 20 Jahre bestehen.

Die Analysen dieser Messungen sollen wichtige Informationen zur Erstellung und Überprüfung prognostischer Modelle liefern.

- Der Eintrag von Spurengasen in die Troposphäre und Stratosphäre durch den Menschen spielt für das gesamte System Atmosphäre eine wichtige Rolle. Durch anthropogene Einflüsse ausgelöste Veränderungen bleiben jedoch nicht auf den räumlichen Bereich beschränkt, in dem sie nur primär verursacht werden (wie am Beispiel des Auftretens des Ozonlochs über der Antarktis deutlich wird). Die Wechselwirkung der verschiedenen Atmosphärenschichten (Troposphäre, Stratosphäre, Mesosphäre) und der verschiedenen geographischen Regionen (tropische, mittlere und polare Breiten) ist sehr komplex. Nichtlineare Prozesse erschweren zusätzlich das Erkennen der Zusammenhänge von Ursache und Wirkung, so daß das Verständnis der ablaufenden Prozesse insgesamt noch sehr lückenhaft ist. Ziel ist die Verbesserung des Verständnisses der Wirkung insbesondere troposphärischer Prozesse und Ereignisse auf die Stratosphäre im allgemeinen und auf die Ozonschicht im besonderen. Die Analyse von vorhande-

nen Beobachtungsdaten und Modelldaten soll hier vorrangig weiterhelfen.

- Die Dynamik (Variabilität) des winterlichen Polarwirbels spielt bei den beobachteten Veränderungen des stratosphärischen Ozons eine Schlüsselrolle. Die Frage nach der Durchlässigkeit des Polarwirbelrandes und den damit verbundenen Austauschprozessen hat für die Deutung der Ozonvariabilität der Nordhemisphäre besonderes Gewicht. Um die relevanten Austausch- und Transportprozesse zu analysieren, bedarf es der genauen Kenntnis der räumlichen Struktur des Polarwirbels in der Vertikalen und Horizontalen. Darüber hinaus stellt sich die Frage nach der Variabilität dieser Strukturen und den Ursachen für diese Variabilität (s. auch Kapitel 1.4).

Leitthema 3:

Prognosefähigkeit

Ein Hauptziel des Ozonforschungsprogramms des BMBF ist die Entwicklung der „Prognosefähigkeit von Modellen“, um Voraussagen über die zukünftige Entwicklung der Ozonschicht machen zu können.

Die Dringlichkeit solcher Voraussagen darf allerdings nicht den Blick darauf verstellen, daß die Resultate verlässlich sein müssen. Eine zuverlässige Prognose der Entwicklung der Ozonschicht setzt voraus, daß die verwendeten Modelle sowohl in ihrer Gesamtheit als auch in den einzelnen Komponenten ausführlich getestet werden müssen, z. B. durch Vergleich mit gemessenen Daten oder durch den Vergleich von Ergebnissen verschiedener Modelle.

- Simulation von Episoden, Prozeßstudien

Hierbei geht es in erster Linie darum, Episoden (Tage, Wochen, Jahreszeiten) zu simulieren und die Ergebnisse mit Beobachtungen zu vergleichen. Sensitivitätsstudien zu einzelnen Modellkomponenten sind erforderlich, um sog. Schlüsselparameter zu identifizieren.

- Langzeitsimulationen

Ziel der Langzeitstudien ist der Test von Modellen zur zukünftigen Entwicklung der stratosphärischen Ozonschicht. Bei diesen Arbeiten soll in folgenden Teilbereichen vorgegangen werden:

- Die Simulation der historischen Entwicklung der Ozonschicht,
- Szenarienrechnungen der zukünftigen Entwicklung der Ozonschicht,
- Studien zum Ozon-Zerstörungspotential und zum globalen Treibhauspotential.

Leitthema 4:

Solare Ultraviolett-B-Strahlung

Infolge der Abnahme des stratosphärischen Ozons wird eine Zunahme der bodennahen UV-B-Strahlung erwartet. Außer dem stratosphärischen Ozon existieren aber noch eine Reihe anderer wichtiger Einflußfaktoren auf den stratosphärischen UV-Strahlungstransfer, für die noch Wissensdefizite bestehen. Diese Defizite sollen durch gezielte Untersuchungen zur

Aufklärung der am Strahlungstransfer beteiligten Prozesse beseitigt werden. Zweck der geplanten Untersuchungen ist die Schaffung einer Wissensbasis, die eine zuverlässige Prognose der zukünftigen Entwicklung der bodennahen UV-B-Strahlung ermöglichen soll. Forschungsbedarf besteht:

- hinsichtlich der Auswirkungen von höhenabhängigen Veränderungen in den Ozonkonzentrationen (Abnahme des stratosphärischen Ozons, Zunahme des troposphärischen Ozons) auf das bodennahe UV,
- bei der numerischen Modellierung und meßtechnischen Behandlung des Einflusses von Bewölkung auf die zeitliche Variabilität der bodennahen UV-Strahlung,
- hinsichtlich der Kenntnis des Einflusses von Partikelensembeln mit verschiedenen chemischen und mikrophysischen Eigenschaften (Aerosole und Eiskristalle) auf den Strahlungstransfer im UV.

6.3 Weitere Forschungsarbeiten

Über die mit staatlicher Unterstützung geförderte Forschung hinaus wurden in Eigenforschung in In-

dustrie und Handwerk weitere beispielhafte Lösungen zum Ersatz ozonabbauender Stoffe entwickelt. Auf dem Gebiet der Kältetechnik hat beispielsweise der Forschungsrat Kältetechnik viele Vorhaben initiiert und finanziert. Von der Bundesstiftung Umwelt wurden ebenfalls verschiedene Vorhaben auf dem Gebiet der Kältetechnik gefördert.

International sind verschiedene Tendenzen bei der Suche nach Alternativen zum Einsatz ozonschädigender Stoffe zu beobachten. So ist in den USA und Japan aufgrund der dortigen gesetzlichen Bestimmungen – Ausstieg im wesentlichen 2030 – der Ersatz der H-FCKW kein dringendes Forschungsgebiet. Kohlenwasserstoffe als Kältemittel werden aus Haftungsgründen in den USA abgelehnt.

Intensiv wird in den USA der Einsatz von neuen H-FKW als Treibmittel bei der Herstellung von Dämmstoffen erforscht. Mit diesen Treibmitteln sollen gegenüber den derzeitigen FCKW/H-FCKW-freien Lösungen bessere Dämmeigenschaften erreicht werden.

Auch beim Halonersatz setzt die chemische Industrie in den USA weiterhin auf die Entwicklung neuer chemischer Lösungen.

7. Künftige Maßnahmen

7.1 Fortentwicklung Montrealer Protokoll

Nach Artikel 2 Abs. 9 und 10 des Montrealer Protokolls sind Änderungsvorschläge zu dem Protokoll mindestens 6 Monate vor der Tagung der Vertragsstaaten, auf der diese zur Beschlußfassung vorgeschlagen werden, den Vertragsparteien vom Sekretariat des Protokolls zu übermitteln.

Zur Beratung auf der 9. VSK, die aus Anlaß des 10. Jahrestages der Unterzeichnung des Montrealer Protokolls vom 15. bis 17. September 1997 in Montreal stattfindet, wurden von Indien, den USA, der EG, Australien, Kanada und der Schweiz Vorschläge zur Änderung/Anpassung des Protokolls vorgelegt.

Die USA und Kanada schlagen den 1. Januar 2001 statt 2010 als Termin für den Ausstieg aus Produktion und Verwendung von Methylbromid in den Industriestaaten vor. Unterschiedliche Vorschläge werden von diesen beiden Staaten zum Ausstieg in den Entwicklungsländern vorgelegt (2001/2002). Noch zu definierende Ausnahmen sollen für „critical agricultural uses“ gelten. Die EG erachtet ebenfalls eine Verkürzung der Ausstiegsfristen zu dieser Stoffgruppe für erforderlich. Dabei sollen die Fristen in den Industrie- und Entwicklungsländern identisch sein.

Zu den H-FCKW werden von der EG und der Schweiz Vorschläge zum schnelleren Ausstieg vorgelegt. Die EG spricht sich in ihrem Vorschlag für das

Jahr 2015 statt 2030 als Ausstiegstermin und ein „cap“ von 2,0% statt 2,8% aus. Die Schweiz schlägt Änderungen der Reduktionsschritte vor.

Während zu Methylbromid die Notwendigkeit einer Verschärfung des Ausstiegsszenarios sowohl in den USA als auch in der EG anerkannt wird, lehnen die USA weitergehende Regelungen zu den H-FCKW ab. Damit sind schwierige Verhandlungen in Montreal zu erwarten.

Weitere Vorschläge beinhalten insbesondere die verbesserte Kontrolle des Handels mit geregelten Stoffen.

7.2 Änderung der Verordnung (EG) Nr. 3093/94

Die bestehende EG-Verordnung (s. Kapitel 3) regelt EU-weit Produktion, Verbrauch und teilweise Verwendung ozonschichtabbauender Stoffe. Mit den über die einschlägigen Bestimmungen des Montrealer Protokolls hinausgehenden Verboten der Herstellung der besonders schädigenden vollhalogenierten FCKW zum 1. Januar 1995 und der Halone zum 1. Januar 1994 hatte die EU ihre internationale Vorerweiterrolle dokumentiert. Auch mit den Verwendungsregelungen zu den teilhalogenierten Fluorchlorkohlenwasserstoffen (H-FCKW) hat die EU weitere international beispielgebende Beschlüsse gefaßt. Dies gilt auch hinsichtlich des im wesentlichen als

Bodenbegasungsmittel eingesetzten Stoffes Methylbromid.

Bereits zum Zeitpunkt des Inkrafttretens der Verordnung im Dezember 1994 bestanden jedoch z. B. in der Bundesrepublik Deutschland zum bedeutendsten H-FCKW R 22 (Verbot ab 1. Januar 2000) schärfere Regelungen als in der EG-Verordnung. Auch in einigen weiteren EU-Mitgliedstaaten bestehen schärfere Regelungen zu den H-FCKW. Auf der 7. VSK zum Montrealer Protokoll im Jahre 1995 in Wien wurden über die EG-Verordnung hinausgehende Beschlüsse zum Stoff Methylbromid gefaßt (s. Kapitel 2.1.2). Gleichzeitig hatte die EU in Wien bei der 7. VSK zu den H-FCKW eine Verhandlungsposition bezogen, die über die bestehende Rechtslage hinausgeht.

Dies veranlaßte den Umweltrat, die Europäische Kommission mit der Erarbeitung einer Neufassung der Verordnung zu beauftragen.

Eine Neufassung der Verordnung sollte aus Sicht der Bundesregierung mindestens folgende Elemente umfassen:

- Anpassung der Regelungen zu Methylbromid an die derzeit gültigen Bestimmungen des Montrealer Protokolls (EG-VO: kein Ausstiegsdatum; MP: Ausstieg 2010). Von den USA und Kanada wird zur 9. VSK das Jahr 2001 als weltweiter Ausstiegstermin im Rahmen des Montrealer Protokolls vorgeschlagen werden. Die EU sollte daher diesen Termin als möglichen Zeitpunkt für einen Ausstieg prüfen. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß der Einsatz von Substituten, zumindest zur Zeit, wegen hoher technischer Anforderungen und entsprechender Kosten mit erheblichen Nachteilen verbunden ist. Auch im Rahmen entsprechender Forschungsaktivitäten sind bislang noch keine praktikablen Lösungen identifiziert worden.
- Aufgrund der Erfahrungen in Deutschland ist es nach dem Stand der Technik möglich, die teilhalogenierten FCKW bis zum Jahre 2000 zu substituieren. Wie in Kapitel 4 dargelegt, ist die Verwendung von R 22 (im wesentlichen Kältemittel) in Deutschland ab dem 1. Januar 2000 – mit Ausnahme des Einsatzes in Altanlagen – verboten. Die beiden bedeutendsten Hersteller von XPS-Schäumen in der Bundesrepublik Deutschland haben Anfang 1996 erklärt, ab dem Jahre 2000 freiwillig auf den Einsatz von H-FCKW zu verzichten. Auch bei der Herstellung von PUR-Schäumen ist der H-FCKW-Ausstieg bereits heute weitgehend erfolgt. Der Einsatz von H-FCKW als Lösungsmittel ist in Deutschland nicht erlaubt. Die deutsche Industrie hat bereits mit Erfolg erhebliche Anstrengungen beim Verzicht auf den Einsatz der ozonschichtschädigenden H-FCKW unternommen und gezeigt, daß der Einsatz dieser Stoffe in verschiedenen Anwendungsbereichen nicht mehr erforderlich ist. Allerdings spielen R 22 und andere H-FCKW als Kältemittel in Deutschland bei Neu- und Altanlagen mittelfristig noch eine Rolle.
- Die Aufnahme einer Produktionsregelung betreffend H-FCKW in eine Neufassung der Verordnung erscheint ebenfalls sinnvoll.

- Die Bundesregierung würde es daher begrüßen, wenn eine Neufassung der EG-Verordnung einen früheren Termin, als den bisher für den Ausstieg aus den H-FCKW festgelegten (1. Januar 2015) vorsehen würde. Die Bundesregierung ist bereit, jeden zwischen dem Jahr 2000 und 2005 liegenden Termin mitzutragen.

Exakt definierte Ausnahmen können allerdings noch für einen bestimmten Zeitraum erforderlich sein und sollten im Rahmen der Diskussion über die Neufassung der Verordnung berücksichtigt werden.

- Die Europäische Kommission sollte insgesamt dem Auftrag des Umweltrates, eine Neufassung der Verordnung vorzulegen, so schnell wie möglich nachkommen.

Der bisher bekanntgewordene Entwurf der zuständigen Generaldirektion der Europäischen Kommission deckt sich mit den deutschen Vorschlägen. Aufgrund der unterschiedlichen Interessenlage in den EU-Mitgliedstaaten ist eine intensive Diskussion im Umweltrat zu erwarten.

7.3 Maßnahmen in der Bundesrepublik Deutschland

In seiner Entschließung vom 5. Juli 1996 (BR-Drucksache 384/96 (Beschluß)) fordert der Bundesrat die Bundesregierung auf,

- „ein nationales Herstellungs- und Verwendungsverbot von H-FCKW für Neuanlagen, soweit möglich, ab dem 1. Januar 1997 zu erlassen,
- bei der EU darauf hinzuwirken, daß die entsprechenden Verwendungsvorschriften der EG-Verordnung 3093/94 vom 15. Dezember 1994 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen, auf das Jahr 2003 vorgezogen werden und eine Kennzeichnungspflicht für H-FCKW-haltige Erzeugnisse eingeführt wird,
- alle ihr zur Verfügung stehenden Möglichkeiten auszuschöpfen, den Einsatz von H-FCKW zur Dämmstoffherstellung und in der Klima- und Kältetechnik durch auf dem Markt befindliche Substitute zu ersetzen.
- Weiterhin wird die Bundesregierung gebeten, im Hinblick auf den Treibhauseffekt von Fluorkohlenwasserstoffen (FKW) Forschungsvorhaben anzuregen und zu fördern, die den Ersatz von FKW in offenen Systemen zum Ziel haben, und darauf hinzuwirken, daß in der Klima- und Kältetechnik FKW nur noch in geschlossenen Systemen verwendet und ohne Freisetzung entsorgt werden“.

In ihrer Stellungnahme (BR-Drucksache 60/97) zu dieser Entschließung bekräftigt die Bundesregierung ihre Auffassung, daß nur eine Verschärfung der EG-FCKW-Verordnung (s. Kapitel 7.2) ein sinnvoller Weg sein kann, die Belastung der Ozonschicht nennenswert zu reduzieren. Mit der vom Bundesrat vorgeschlagenen Verschärfung der H-FCKW-Regelungen in Deutschland wäre, wegen der bestehenden

EG-Regelungen, global allenfalls eine geringe Reduzierung des Ozonabbaus verbunden, da die EG-Verordnung den Verbrauch von H-FCKW EU-weit beschränkt. Mit einem deutschen Alleingang wäre

auch keine Signalwirkung, sondern allenfalls eine Produktionsverschiebung verbunden, mit entsprechenden nachteiligen Auswirkungen auf Arbeitsplätze in Deutschland.

8. Schlußbemerkungen

Auch mit diesem Bericht dokumentiert die Bundesregierung die internationale Führungsrolle beim Ausstieg aus der Verwendung ozonabbauender Stoffe. Die Verknüpfung ordnungsrechtlicher und freiwilliger Maßnahmen war und ist weiterhin beispielgebend. So führte beispielsweise das Verwendungsverbot von R 12 zum 30. Juni 1998 (s. Kapitel

4.1.3.2) zu Initiativen, entsprechende Regelungen in der EU und auch im Rahmen des Montrealer Protokolls einzuführen.

Die Bundesregierung wird auch künftig Bestrebungen zur Verschärfung internationaler Regelungen zum Schutz der Ozonschicht unterstützen.

**Montrealer Protokoll über Stoffe, die zu einem Abbau der Ozonschicht führen
(einschließlich der 1990 in London, 1992 in Kopenhagen
und 1995 in Wien beschlossenen Änderungen und Anpassungen)**

Die Vertragsparteien dieses Protokolls –
als Vertragsparteien des Wiener Übereinkommens zum Schutz der Ozonschicht,

eingedenk ihrer Verpflichtung aufgrund des Übereinkommens, geeignete Maßnahmen zu treffen, um die menschliche Gesundheit und die Umwelt vor schädlichen Auswirkungen zu schützen, die durch menschliche Tätigkeiten, welche die Ozonschicht verändern oder wahrscheinlich verändern, verursacht werden oder wahrscheinlich verursacht werden,

in der Erkenntnis, daß weltweite Emissionen bestimmter Stoffe zu einem erheblichen Abbau der Ozonschicht führen und sie auf andere Weise verändern können, was wahrscheinlich schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt zur Folge hat,

im Bewußtsein der möglichen klimatischen Auswirkungen von Emissionen dieser Stoffe,

im Bewußtsein, daß Maßnahmen, die zum Schutz der Ozonschicht vor einem Abbau getroffen werden, auf einschlägigen wissenschaftlichen Kenntnissen beruhen sollten, wobei technische und wirtschaftliche Erwägungen zu berücksichtigen sind,

entschlossen, die Ozonschicht durch Vorsorgemaßnahmen zur ausgewogenen Regelung der gesamten weltweiten Emissionen von Stoffen, die zu einem Abbau der Ozonschicht führen, zu schützen, mit dem Endziel, diese Stoffe auf der Grundlage der Entwicklung wissenschaftlicher Kenntnisse zu beseitigen, wobei technische und wirtschaftliche Erwägungen sowie die Entwicklungsbedürfnisse der Entwicklungsländer zu berücksichtigen sind,

in der Erkenntnis, daß besondere Vorkehrungen zur Deckung des Bedarfs der Entwicklungsländer notwendig sind, einschließlich der Bereitstellung zusätzlicher finanzieller Mittel und des Zugangs zu einschlägigen Technologien, wobei zu berücksichtigen ist, daß sich der Umfang der erforderlichen Mittel vorhersehen läßt und daß die Mittel die internationalen Möglichkeiten zur Behandlung des wissenschaftlich belegten Problems des Ozonabbaus und seiner schädlichen Auswirkungen erheblich verändern können,

im Hinblick auf die Vorsorgemaßnahmen zur Regelung der Emissionen bestimmter Fluorchlorkohlenwasserstoffe, die bereits auf nationaler und regionaler Ebene getroffen worden sind,

angesichts der Bedeutung der Förderung der internationalen Zusammenarbeit bei der Erforschung, Entwicklung und Weitergabe alternativer Technologien

im Zusammenhang mit der Regelung und Verminderung der Emissionen von Stoffen, die zu einem Abbau der Ozonschicht führen, wobei die Bedürfnisse der Entwicklungsländer besonders zu berücksichtigen sind –

sind wie folgt übereingekommen:

Artikel 1

Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieses Protokolls

1. bedeutet „Übereinkommen“ das am 22. März 1985 angenommene Wiener Übereinkommen zum Schutz der Ozonschicht;
2. bedeutet „Vertragsparteien“ die Vertragsparteien des Protokolls, sofern sich aus dem Wortlaut nichts anderes ergibt;
3. bedeutet „Sekretariat“ das Sekretariat des Übereinkommens;
4. bedeutet „geregelter Stoff“ einen in Anlage A, Anlage B, Anlage C oder Anlage E zu dem Protokoll aufgeführten Stoff, gleichviel, ob er allein oder in einem Gemisch vorkommt. Der Ausdruck umfaßt die Isomere eines solchen Stoffes, sofern in der betreffenden Anlage nichts anderes bestimmt ist, nicht jedoch einen geregelten Stoff oder ein Gemisch, soweit sie in einem hergestellten Erzeugnis mit Ausnahme von Behältern für den Transport oder die Lagerung dieser Stoffe enthalten sind;
5. bedeutet „Produktion“ die Menge der erzeugten geregelten Stoffe abzüglich der Menge, die durch von den Vertragsparteien zu genehmigende Verfahren vernichtet worden ist, und abzüglich der Menge, die zur Gänze als Ausgangsmaterial zur Herstellung anderer Chemikalien verwendet worden ist. Die wiederverwertete und wiederverwendete Menge ist nicht als „Produktion“ anzusehen;
6. bedeutet „Verbrauch“ die Produktion geregelter Stoffe zuzüglich der Einfuhren und abzüglich der Ausfuhren;
7. bedeutet „berechneter Umfang“ der Produktion, der Einfuhren, der Ausfuhren und des Verbrauchs den in Übereinstimmung mit Artikel 3 bestimmten Umfang;
8. bedeutet „industrielle Rationalisierung“ die Übertragung des gesamten oder eines Teils des berechneten Umfangs der Produktion von einer Vertragspartei auf eine andere, um Wirtschaftlichkeit zu

erreichen oder auf erwartete Versorgungsmängel aufgrund von Betriebsschließungen zu reagieren.

Artikel 2 Regelungsmaßnahmen

(1) [Ersetzt durch Artikel 2A]

(2) [Ersetzt durch Artikel 2B]

(3) [Ersetzt durch Artikel 2A]

(4) [Ersetzt durch Artikel 2A]

(5) Jede Vertragspartei kann für einen oder mehrere Regelungszeiträume einen beliebigen Teil des in den Artikeln 2 A bis 2 E und in Artikel 2 H festgelegten berechneten Umfangs ihrer Produktion auf eine andere Vertragspartei übertragen, sofern der gesamte berechnete Umfang der zusammengefaßten Produktion der betreffenden Vertragsparteien für jede Gruppe geregelter Stoffe die in den genannten Artikeln für diese Gruppe festgelegten Produktionsgrenzen nicht übersteigt. Eine solche Übertragung der Produktion wird dem Sekretariat von jeder der betroffenen Vertragsparteien unter Angabe der Bedingungen der Übertragung und des Zeitraums, für den sie gelten soll, notifiziert.

(5^{bis}) Jede nicht von Artikel 5 Abs. 1 erfaßte Vertragspartei kann für einen oder mehrere Regelungszeiträume einen beliebigen Teil des in Artikel 2 F festgelegten berechneten Umfangs ihres Verbrauchs auf eine andere derartige Vertragspartei übertragen, sofern der berechnete Umfang des Verbrauchs der geregelten Stoffe in Gruppe I der Anlage A der Vertragspartei, die den Teil des berechneten Umfangs ihres Verbrauchs [überträgt]¹⁾, im Jahr 1989 0,25 Kilogramm pro Kopf nicht überstieg und sofern der gesamte berechnete Umfang des zusammengefaßten Verbrauchs der betreffenden Vertragsparteien die in Artikel 2 F festgelegten Verbrauchsgrenzen nicht übersteigt. Eine solche Übertragung des Verbrauchs wird dem Sekretariat von jeder der betroffenen Vertragsparteien unter Angabe der Bedingungen der Übertragung und des Zeitraums, für den sie gelten soll, notifiziert.

(6) Jede nicht von Artikel 5 erfaßte Vertragspartei, die vor dem 16. September 1987 mit dem Bau von Anlagen zur Herstellung geregelter Stoffe in Anlage A oder Anlage B begonnen oder den Auftrag dafür erteilt und vor dem 1. Januar 1987 innerstaatliche Rechtsvorschriften dafür verabschiedet hat, kann die Produktion aus solchen Anlagen zu ihrer Produktion von 1986 hinzufügen, um den berechneten Umfang ihrer Produktion für 1986 zu bestimmen, vorausgesetzt, daß diese Anlagen bis zum 31. Dezember 1990 fertiggestellt sind und die Produktion den jährlichen berechneten Umfang des Verbrauchs dieser Vertragspartei an geregelten Stoffen nicht über 0,5 Kilogramm pro Kopf steigen läßt.

¹⁾ Offensichtlicher Fehler im Protokolltext; Berichtigungsverfahren ist eingeleitet, um im englischen Originaltext das Wort „transferring“ durch das Wort „receiving“ (erhält) zu ersetzen.

(7) Jede Übertragung von Produktion nach Absatz 5 oder jede Hinzufügung von Produktion nach Absatz 6 wird dem Sekretariat spätestens zum Zeitpunkt der Übertragung oder der Hinzufügung notifiziert.

(8) a) Vertragsparteien, die Mitgliedstaaten einer Organisation der regionalen Wirtschaftsintegration im Sinne des Artikels 1 Abs. 6 des Übereinkommens sind, können vereinbaren, daß sie ihre Verpflichtungen bezüglich des Verbrauchs aufgrund dieses Artikels und der Artikel 2 A bis 2 H gemeinsam erfüllen werden; jedoch darf der gesamte berechnete Umfang ihres zusammengefaßten Verbrauchs den in diesem Artikel und den Artikeln 2 A bis 2 H vorgeschriebenen Umfang nicht übersteigen.

b) Die Vertragsparteien einer solchen Vereinbarung unterrichten das Sekretariat vor dem Tag der Verminderung des Verbrauchs, die Gegenstand der Vereinbarung ist, über die Bedingungen der Vereinbarung.

c) Eine solche Vereinbarung tritt nur in Kraft, wenn alle Mitgliedstaaten der Organisation der regionalen Wirtschaftsintegration und die betreffende Organisation Vertragsparteien des Protokolls sind und dem Sekretariat die Art der Durchführung notifiziert haben.

(9) a) Auf der Grundlage der Bewertungen nach Artikel 6 können die Vertragsparteien beschließen,

i) ob Anpassungen der Ozonabbaupotentiale in Anlage A, Anlage B, Anlage C und/oder Anlage E vorgenommen werden sollen, und wenn ja, welche und

ii) ob weitere Anpassungen und Verminderungen der Produktion oder des Verbrauchs der geregelten Stoffe vorgenommen werden sollen, und wenn ja, welcher Rahmen, welche Höhe und welcher Zeitplan für solche Anpassungen und Verminderungen gelten sollen.

b) Vorschläge zu solchen Anpassungen werden den Vertragsparteien mindestens sechs Monate vor der Tagung der Vertragsparteien, auf der sie zur Beschlußfassung vorgeschlagen werden, vom Sekretariat übermittelt.

c) Bei solchen Beschlüssen bemühen sich die Vertragsparteien nach Kräften um eine Einigung durch Konsens. Sind alle Bemühungen um einen Konsens erschöpft und wird keine Einigung erzielt, so werden als letztes Mittel solche Beschlüsse mit einer Zweidrittelmehrheit der anwesenden und abstimmenden Vertragsparteien angenommen, die eine Mehrheit der in Artikel 5 Abs. 1 bezeichneten anwesenden und abstimmenden Vertragsparteien und eine Mehrheit der nicht in jenem Artikel bezeichneten anwe-

senden und abstimmenden Vertragsparteien vertritt.

- d) Die Beschlüsse, die für alle Vertragsparteien bindend sind, werden umgehend vom Verwahrer den Vertragsparteien mitgeteilt. Sofern in den Beschlüssen nichts anderes vorgesehen ist, treten sie nach Ablauf von sechs Monaten nach dem Tag der Absendung der Mitteilung durch den Verwahrer in Kraft.

(10) Auf der Grundlage der Bewertungen nach Artikel 6 des Protokolls und in Übereinstimmung mit dem in Artikel 9 des Übereinkommens vorgesehenen Verfahren können die Vertragsparteien beschließen,

- i) ob irgendwelche Stoffe und gegebenenfalls welche Stoffe in eine Anlage des Protokolls aufgenommen oder in einer Anlage gestrichen werden sollen,
- ii) welches Verfahren, welcher Rahmen und welcher Zeitplan für Regelungsmaßnahmen für diese Stoffe gelten sollten.

(11) Ungeachtet der Bestimmungen dieses Artikels und der Artikel 2 A bis 2 H kann jede Vertragspartei strengere Maßnahmen als in diesem Artikel und den Artikeln 2 A bis 2 H vorgeschrieben treffen.

Artikel 2 A

FCKW

(1) Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am ersten Tag des siebten Monats nach Inkrafttreten dieses Protokolls beginnt, und in jedem Zwölfmonatszeitraum danach der berechnete Umfang ihres Verbrauchs der geregelten Stoffe in Gruppe I der Anlage A denjenigen von 1986 nicht übersteigt. Am Ende desselben Zeitraums sorgt jede Vertragspartei, die einen oder mehrere dieser Stoffe herstellt, dafür, daß der berechnete Umfang ihrer Produktion der Stoffe denjenigen von 1986 nicht übersteigt; jedoch kann dieser Umfang gegenüber demjenigen von 1986 um höchstens 10 v.H. zugenommen haben. Eine solche Zunahme ist nur zur Befriedigung der grundlegenden nationalen Bedürfnisse der in Artikel 5 bezeichneten Vertragsparteien und zum Zweck der industriellen Rationalisierung zwischen den Vertragsparteien zulässig.

(2) Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums vom 1. Juli 1991 bis zum 31. Dezember 1992 der berechnete Umfang ihres Verbrauchs und ihrer Produktion der geregelten Stoffe in Gruppe I der Anlage A 150 v.H. desjenigen von 1986 nicht übersteigt; mit Wirkung vom 1. Januar 1993 läuft der Regelungszeitraum von zwölf Monaten für diese geregelten Stoffe vom 1. Januar bis zum 31. Dezember jedes Jahres.

(3) Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 1994 beginnt, und in jedem Zwölfmonatszeitraum danach der berechnete Umfang ihres Verbrauchs der geregelten Stoffe in Gruppe I der Anlage A jährlich 25 v.H. desjenigen von 1986 nicht übersteigt. Jede Vertragspartei, die einen oder mehrere dieser Stoffe

herstellt, sorgt während derselben Zeiträume dafür, daß der berechnete Umfang ihrer Produktion dieser Stoffe jährlich 25 v.H. desjenigen von 1986 nicht übersteigt. Zur Befriedigung der grundlegenden nationalen Bedürfnisse der in Artikel 5 Abs. 1 bezeichneten Vertragsparteien kann jedoch der berechnete Umfang ihrer Produktion diese Grenze um bis zu 10 v.H. desjenigen von 1986 übersteigen.

(4) Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 1996 beginnt, und in jedem Zwölfmonatszeitraum danach der berechnete Umfang ihres Verbrauchs der geregelten Stoffe in Gruppe I der Anlage A Null nicht übersteigt. Jede Vertragspartei, die einen oder mehrere dieser Stoffe herstellt, sorgt während derselben Zeiträume dafür, daß der berechnete Umfang ihrer Produktion dieser Stoffe Null nicht übersteigt. Zur Befriedigung der grundlegenden nationalen Bedürfnisse der in Artikel 5 Abs. 1 bezeichneten Vertragsparteien kann jedoch der berechnete Umfang ihrer Produktion dieser Grenze um bis zu 15 v.H. desjenigen von 1986 übersteigen. Dieser Absatz findet Anwendung, soweit nicht die Vertragsparteien beschließen, den Umfang der Produktion oder des Verbrauchs zu gestatten, der zur Erfüllung von Zwecken notwendig ist, die von ihnen einvernehmlich als wesentlich erachtet werden.

Artikel 2 B

Halone

(1) Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 1992 beginnt, und in jedem Zwölfmonatszeitraum danach der berechnete Umfang ihres Verbrauchs der geregelten Stoffe in Gruppe II der Anlage A jährlich denjenigen von 1986 nicht übersteigt. Jede Vertragspartei, die einen oder mehrere dieser Stoffe herstellt, sorgt während derselben Zeiträume dafür, daß der berechnete Umfang ihrer Produktion dieser Stoffe jährlich denjenigen von 1986 nicht übersteigt. Zur Befriedigung der grundlegenden nationalen Bedürfnisse der in Artikel 5 Abs. 1 bezeichneten Vertragsparteien kann jedoch der berechnete Umfang ihrer Produktion diese Grenze um bis zu 10 v.H. desjenigen von 1986 übersteigen.

(2) Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 1994 beginnt, und in jedem Zwölfmonatszeitraum danach der berechnete Umfang ihres Verbrauchs der geregelten Stoffe in Gruppe II der Anlage A Null nicht übersteigt. Jede Vertragspartei, die einen oder mehrere dieser Stoffe herstellt, sorgt während derselben Zeiträume dafür, daß der berechnete Umfang ihrer Produktion dieser Stoffe Null nicht übersteigt. Zur Befriedigung der grundlegenden nationalen Bedürfnisse der in Artikel 5 Abs. 1 bezeichneten Vertragsparteien kann jedoch der berechnete Umfang ihrer Produktion diese Grenze um bis zu 15 v.H. desjenigen von 1986 übersteigen. Dieser Absatz findet Anwendung, soweit nicht die Vertragsparteien beschließen, den Umfang der Produktion oder des Verbrauchs zu gestatten, der zur Erfüllung von Zwecken

notwendig ist, die von ihnen einvernehmlich als wesentlich erachtet werden.

Artikel 2 C

Sonstige vollständig halogenierte FCKW

(1) Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 1993 beginnt, der berechnete Umfang ihres Verbrauchs der geregelten Stoffe in Gruppe I der Anlage B jährlich 80 v.H. desjenigen von 1989 nicht übersteigt. Jede Vertragspartei, die einen oder mehrere dieser Stoffe herstellt, sorgt während desselben Zeitraums dafür, daß der berechnete Umfang ihrer Produktion dieser Stoffe jährlich 80 v.H. desjenigen von 1989 nicht übersteigt. Zur Befriedigung der grundlegenden nationalen Bedürfnisse der in Artikel 5 Abs. 1 bezeichneten Vertragsparteien kann jedoch der berechnete Umfang ihrer Produktion diese Grenze um bis zu 10 v.H. desjenigen von 1989 übersteigen.

(2) Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 1994 beginnt, und in jedem Zwölfmonatszeitraum danach der berechnete Umfang ihres Verbrauchs der geregelten Stoffe in Gruppe I der Anlage B jährlich 25 v.H. desjenigen von 1989 nicht übersteigt. Jede Vertragspartei, die einen oder mehrere dieser Stoffe herstellt, sorgt während derselben Zeiträume dafür, daß der berechnete Umfang ihrer Produktion dieser Stoffe jährlich 25 v.H. desjenigen von 1989 nicht übersteigt. Zur Befriedigung der grundlegenden nationalen Bedürfnisse der in Artikel 5 Abs. 1 bezeichneten Vertragsparteien kann jedoch der berechnete Umfang ihrer Produktion diese Grenze um bis zu 10 v.H. desjenigen von 1989 übersteigen.

(3) Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 1996 beginnt, und in jedem Zwölfmonatszeitraum danach der berechnete Umfang ihres Verbrauchs der geregelten Stoffe in Gruppe I der Anlage B Null nicht übersteigt. Jede Vertragspartei, die einen oder mehrere dieser Stoffe herstellt, sorgt während derselben Zeiträume dafür, daß der berechnete Umfang ihrer Produktion dieser Stoffe Null nicht übersteigt. Zur Befriedigung der grundlegenden nationalen Bedürfnisse der in Artikel 5 Abs. 1 bezeichneten Vertragsparteien kann jedoch der berechnete Umfang ihrer Produktion diese Grenze um bis zu 15 v.H. desjenigen von 1989 übersteigen. Dieser Absatz findet Anwendung, soweit nicht die Vertragsparteien beschließen, den Umfang der Produktion oder des Verbrauchs zu gestatten, der zur Erfüllung von Zwecken notwendig ist, die von ihnen einvernehmlich als wesentlich erachtet werden.

Artikel 2 D

Tetrachlorkohlenstoff

(1) Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 1995 beginnt, der berechnete Umfang ihres Ver-

brauchs des geregelten Stoffes in Gruppe II der Anlage B jährlich 15 v.H. desjenigen von 1989 nicht übersteigt. Jede Vertragspartei, die diesen Stoff herstellt, sorgt während desselben Zeitraums dafür, daß der berechnete Umfang ihrer Produktion dieses Stoffes jährlich 15 v.H. desjenigen von 1989 nicht übersteigt. Zur Befriedigung der grundlegenden nationalen Bedürfnisse der in Artikel 5 Abs. 1 bezeichneten Vertragsparteien kann jedoch der berechnete Umfang ihrer Produktion diese Grenze um bis zu 10 v.H. desjenigen von 1989 übersteigen.

(2) Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 1996 beginnt, und in jedem Zwölfmonatszeitraum danach der berechnete Umfang ihres Verbrauchs des geregelten Stoffes in Gruppe II der Anlage B Null nicht übersteigt. Jede Vertragspartei, die diesen Stoff herstellt, sorgt während derselben Zeiträume dafür, daß der berechnete Umfang ihrer Produktion dieses Stoffes Null nicht übersteigt. Zur Befriedigung der grundlegenden nationalen Bedürfnisse der in Artikel 5 Abs. 1 bezeichneten Vertragsparteien kann jedoch der berechnete Umfang ihrer Produktion diese Grenze um bis zu 15 v.H. desjenigen von 1989 übersteigen. Dieser Absatz findet Anwendung, soweit nicht die Vertragsparteien beschließen, den Umfang der Produktion oder des Verbrauchs zu gestatten, der zur Erfüllung von Zwecken notwendig ist, die von ihnen einvernehmlich als wesentlich erachtet werden.

Artikel 2 E

1,1,1-Trichlorethan (Methylchloroform)

(1) Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 1993 beginnt, der berechnete Umfang ihres Verbrauchs des geregelten Stoffes in Gruppe III der Anlage B jährlich denjenigen von 1989 nicht übersteigt. Jede Vertragspartei, die diesen Stoff herstellt, sorgt während desselben Zeitraums dafür, daß der berechnete Umfang ihrer Produktion dieses Stoffes jährlich denjenigen von 1989 nicht übersteigt. Zur Befriedigung der grundlegenden nationalen Bedürfnisse der in Artikel 5 Abs. 1 bezeichneten Vertragsparteien kann jedoch der berechnete Umfang ihrer Produktion diese Grenze um bis zu 10 v.H. desjenigen von 1989 übersteigen.

(2) Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 1994 beginnt, und in jedem Zwölfmonatszeitraum danach der berechnete Umfang ihres Verbrauchs des geregelten Stoffes in Gruppe III der Anlage B jährlich 50 v.H. desjenigen von 1989 nicht übersteigt. Jede Vertragspartei, die diesen Stoff herstellt, sorgt während derselben Zeiträume dafür, daß der berechnete Umfang ihrer Produktion dieses Stoffes jährlich 50 v.H. desjenigen von 1989 nicht übersteigt. Zur Befriedigung der grundlegenden nationalen Bedürfnisse der in Artikel 5 Abs. 1 bezeichneten Vertragsparteien kann jedoch der berechnete Umfang ihrer Produktion diese Grenze um bis zu 10 v.H. desjenigen von 1989 übersteigen.

(3) Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 1996 beginnt, und in jedem Zwölfmonatszeitraum danach der berechnete Umfang ihres Verbrauchs des geregelten Stoffes in Gruppe III der Anlage B Null übersteigt. Jede Vertragspartei, die diesen Stoff herstellt, sorgt während derselben Zeiträume dafür, daß der berechnete Umfang ihrer Produktion dieses Stoffes Null nicht übersteigt. Zur Befriedigung der grundlegenden nationalen Bedürfnisse der in Artikel 5 Abs. 1 bezeichneten Vertragsparteien kann jedoch der berechnete Umfang ihrer Produktion diese Grenze um bis zu 15 v.H. desjenigen von 1989 übersteigen. Dieser Absatz findet Anwendung, soweit nicht die Vertragsparteien beschließen, den Umfang der Produktion oder des Verbrauchs zu gestatten, der zur Erfüllung von Zwecken notwendig ist, die von ihnen einvernehmlich als wesentlich erachtet werden.

Artikel 2 F

Teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe

(1) Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 1996 beginnt, und in jedem Zwölfmonatszeitraum danach der berechnete Umfang ihres Verbrauchs der geregelten Stoffe in Gruppe I der Anlage C jährlich die Summe aus

- a) 2,8 v.H. des berechneten Umfangs ihres Verbrauchs der geregelten Stoffe in Gruppe I der Anlage A von 1989 und
- b) dem berechneten Umfang ihres Verbrauchs der geregelten Stoffe in Gruppe I der Anlage C von 1989

nicht übersteigt.

(2) Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 2004 beginnt, und in jedem Zwölfmonatszeitraum danach der berechnete Umfang ihres Verbrauchs der geregelten Stoffe in Gruppe I der Anlage C jährlich 65 v.H. der in Absatz 1 genannten Summen nicht übersteigt.

(3) Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 2010 beginnt, und in jedem Zwölfmonatszeitraum danach der berechnete Umfang ihres Verbrauchs der geregelten Stoffe in Gruppe I der Anlage C jährlich 35 v.H. der in Absatz 1 genannten Summe nicht übersteigt.

(4) Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 2015 beginnt, in jedem Zwölfmonatszeitraum danach der berechnete Umfang ihres Verbrauchs der geregelten Stoffe in Gruppe I der Anlage C jährlich 10 v.H. der in Absatz 1 genannten Summe nicht übersteigt.

(5) Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 2020 beginnt, und in jedem Zwölfmonatszeitraum danach der berechnete Umfang ihres Verbrauchs der

geregelten Stoffe in Gruppe I der Anlage C jährlich 0,5 v.H. der in Absatz 1 genannten Summe nicht übersteigt. Dieser Verbrauch ist jedoch auf die Wartungsarbeiten an den zu diesem Zeitpunkt bereits in Betrieb befindlichen Kälte- und Klimaanlage zu beschränken.

(6) Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 2030 beginnt, und in jedem Zwölfmonatszeitraum danach der berechnete Umfang ihres Verbrauchs der geregelten Stoffe in Gruppe I der Anlage C Null nicht übersteigt.

(7) vom 1. Januar 1996 an wird sich jede Vertragspartei bemühen, dafür zu sorgen,

- a) daß die Verwendung geregelter Stoffe in Gruppe I der Anlage C auf diejenigen Anwendungen beschränkt wird, für die andere umweltverträglichere alternative Stoffe oder Verfahren nicht vorhanden sind;
- b) daß die Verwendung geregelter Stoffe in Gruppe I der Anlage C nicht außerhalb der Anwendungsbereiche erfolgt, in denen gegenwärtig die geregelten Stoffe in den Anlagen A, B und C verwendet werden, außer in seltenen Fällen zum Schutz des menschlichen Lebens oder der menschlichen Gesundheit;
- c) daß die geregelten Stoffe in Gruppe I der Anlage C im Hinblick auf ihre Verwendung so ausgewählt werden, daß sie nicht nur anderen Umwelt-, Sicherheits- und Wirtschaftsbelangen gerecht werden, sondern auch möglichst wenig zum Abbau der Ozonschicht beitragen.

Artikel 2 G

Teilhalogenierte Fluorbromkohlenwasserstoffe

Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 1996 beginnt, und in jedem Zwölfmonatszeitraum danach der berechnete Umfang ihres Verbrauchs der geregelten Stoffe in Gruppe II der Anlage C Null nicht übersteigt. Jede Vertragspartei, welche die Stoffe herstellt, sorgt während derselben Zeiträume dafür, daß der berechnete Umfang ihrer Produktion der Stoffe Null nicht übersteigt. Dieser Absatz findet Anwendung, soweit nicht die Vertragsparteien beschließen, den Umfang der Produktion oder des Verbrauchs zu gestatten, der zur Erfüllung von Zwecken notwendig ist, die von ihnen einvernehmlich als wesentlich erachtet werden.

Artikel 2 H

Methylbromid

Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 1995 beginnt, und in jedem Zwölfmonatszeitraum danach der berechnete Umfang ihres Verbrauchs des geregelten Stoffes in Anlage E jährlich denjenigen von 1991 nicht übersteigt. Jede Vertragspartei, die den Stoff herstellt, sorgt während derselben Zeiträume

dafür, daß der berechnete Umfang ihrer Produktion dieses Stoffes jährlich denjenigen von 1991 nicht übersteigt. Zur Befriedigung der grundlegenden nationalen Bedürfnisse der in Artikel 5 Abs. 1 bezeichneten Vertragsparteien kann jedoch der berechnete Umfang ihrer Produktion diese Grenze um bis zu 10 v.H. desjenigen von 1991 übersteigen.

(2) Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 2001 beginnt, und in jedem Zwölfmonatszeitraum danach der berechnete Umfang ihres Verbrauchs des geregelten Stoffes in Anlage E jährlich 75 v.H. desjenigen von 1991 nicht übersteigt. Jede Vertragspartei, die den Stoff herstellt, sorgt während derselben Zeiträume dafür, daß der berechnete Umfang ihrer Produktion dieses Stoffes jährlich 75 v.H. desjenigen von 1991 nicht übersteigt. Zur Befriedigung der grundlegenden nationalen Bedürfnisse der in Artikel 5 Abs. 1 bezeichneten Vertragsparteien kann jedoch der berechnete Umfang ihrer Produktion diese Grenze um bis zu 10 v.H. desjenigen von 1991 übersteigen.

(3) Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 2005 beginnt, und in jedem Zwölfmonatszeitraum danach der berechnete Umfang ihres Verbrauchs des geregelten Stoffes in Anlage E jährlich 50 v.H. desjenigen von 1991 nicht übersteigt. Jede Vertragspartei, die den Stoff herstellt, sorgt während derselben Zeiträume dafür, daß der berechnete Umfang ihrer Produktion dieses Stoffes jährlich 50 v.H. desjenigen von 1991 nicht übersteigt. Zur Befriedigung der grundlegenden nationalen Bedürfnisse der in Artikel 5 Abs. 1 bezeichneten Vertragsparteien kann jedoch der berechnete Umfang ihrer Produktion diese Grenze um bis zu 10 v.H. desjenigen von 1991 übersteigen.

(4) Jede Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 2010 beginnt, und in jedem Zwölfmonatszeitraum danach der berechnete Umfang ihres Verbrauchs des geregelten Stoffes in Anlage E Null nicht übersteigt. Jede Vertragspartei, die den Stoff herstellt, sorgt während derselben Zeiträume dafür, daß der berechnete Umfang ihrer Produktion dieses Stoffes Null nicht übersteigt. Zur Befriedigung der grundlegenden nationalen Bedürfnisse der in Artikel 5 Abs. 1 bezeichneten Vertragsparteien kann jedoch der berechnete Umfang ihrer Produktion diese Grenze um bis zu 15 v.H. desjenigen von 1991 übersteigen.

Dieser Absatz findet Anwendung, soweit nicht die Vertragsparteien beschließen, den Umfang der Produktion oder des Verbrauchs zu gestatten, der zur Erfüllung von Zwecken notwendig ist, die von ihnen einvernehmlich als landwirtschaftlich unabdingbar erachtet werden.

(5) Der berechnete Umfang des Verbrauchs und der Produktion nach diesem Artikel schließt nicht die Mengen ein, die von der Vertragspartei in Quarantänefällen und vor einem Transport verwendet werden.

Artikel 3

Berechnung der Grundlagen für Regelungen

Für die Zwecke der Artikel 2, 2 A bis 2 H und 5 bestimmt jede Vertragspartei für jede Gruppe von Stoffen in Anlage A, Anlage B, Anlage C oder Anlage E den berechneten Umfang

- a) ihrer Produktion durch
 - i) Multiplikation der jährlichen Produktion jedes geregelten Stoffes mit dem in Anlage A, Anlage B, Anlage C oder Anlage E für diesen Stoff festgelegten Ozonabbaupotential und
 - ii) Addition der Ergebnisse für jede Gruppe;
- b) ihrer Einfuhren und Ausfuhren durch sinngemäße Anwendung des unter Buchstabe a vorgesehenen Verfahrens;
- c) ihres Verbrauchs durch Addition des berechneten Umfangs ihrer Produktion und ihrer Einfuhren und Subtraktion des berechneten Umfangs ihrer Ausfuhren, bestimmt nach den Buchstaben a und b vom 1. Januar 1993 an werden jedoch Ausfuhren geregelter Stoffe an Nichtvertragsparteien bei der Berechnung des Umfangs des Verbrauchs der ausführenden Vertragspartei nicht abgezogen.

Artikel 4

Regelung des Handels mit Nichtvertragsparteien

(1) Mit Wirkung vom 1. Januar 1990 verbietet jede Vertragspartei die Einfuhr der geregelten Stoffe in Anlage A aus jedem Staat, der nicht Vertragspartei des Protokolls ist.

(1^{bis}) Innerhalb eines Jahres nach Inkrafttreten dieses Absatzes verbietet jede Vertragspartei die Einfuhr der geregelten Stoffe in Anlage B aus jedem Staat, der nicht Vertragspartei des Protokolls ist.

(1^{ter}) Innerhalb eines Jahres nach Inkrafttreten dieses Absatzes verbietet jede Vertragspartei die Einfuhr aller geregelten Stoffe in Gruppe II der Anlage C aus jedem Staat, der nicht Vertragspartei des Protokolls ist.

(2) Mit Wirkung vom 1. Januar 1993 verbietet jede Vertragspartei die Ausfuhr aller geregelten Stoffe in Anlage A in jeden Staat, der nicht Vertragspartei des Protokolls ist.

(2^{bis}) Vom Ablauf eines Jahres nach Inkrafttreten dieses Absatzes an verbietet jede Vertragspartei die Ausfuhr aller geregelten Stoffe in Anlage B in jeden Staat, der nicht Vertragspartei des Protokolls ist.

(2^{ter}) Vom Ablauf eines Jahres nach Inkrafttreten dieses Absatzes an verbietet jede Vertragspartei die Ausfuhr aller geregelten Stoffe in Gruppe II der Anlage C in jeden Staat, der nicht Vertragspartei des Protokolls ist.

(3) Bis zum 1. Januar 1992 erarbeiten die Vertragsparteien nach den in Artikel 10 des Übereinkommens vorgesehenen Verfahren in einer Anlage eine Liste der Erzeugnisse, die geregelte Stoffe in Anlage A enthalten. Vertragsparteien, die gegen die Anlage nicht Ein-

spruch nach diesen Verfahren eingelegt haben, verbieten innerhalb eines Jahres nach Inkrafttreten der Anlage die Einfuhr dieser Erzeugnisse aus Staaten, die nicht Vertragsparteien des Protokolls sind.

(3^{bis}) Innerhalb von drei Jahren nach Inkrafttreten dieses Absatzes erarbeiten die Vertragsparteien nach den in Artikel 10 des Übereinkommens vorgesehenen Verfahren in einer Anlage eine Liste der Erzeugnisse, die geregelte Stoffe in Anlage B enthalten. Vertragsparteien, die gegen die Anlage nicht Einspruch nach diesen Verfahren eingelegt haben, verbieten innerhalb eines Jahres nach Inkrafttreten der Anlage die Einfuhr dieser Erzeugnisse aus Staaten, die nicht Vertragsparteien des Protokolls sind.

(3^{ter}) Innerhalb von drei Jahren nach Inkrafttreten dieses Absatzes erarbeiten die Vertragsparteien nach den in Artikel 10 des Übereinkommens vorgesehenen Verfahren in einer Anlage eine Liste der Erzeugnisse, die geregelte Stoffe in Gruppe II der Anlage C enthalten. Vertragsparteien, die gegen die Anlage nicht Einspruch nach diesen Verfahren eingelegt haben, die Einfuhr dieser Erzeugnisse aus Staaten, die nicht Vertragsparteien des Protokolls sind.

(4) Bis zum 1. Januar 1994 befinden die Vertragsparteien darüber, ob es durchführbar ist, die Einfuhr von Erzeugnissen, die mit geregelten Stoffen in Anlage A hergestellt werden, jedoch keine geregelten Stoffe in Anlage A enthalten, aus Staaten, die nicht Vertragsparteien des Protokolls sind, zu verbieten oder zu beschränken. Wenn dies für durchführbar befunden wird, erarbeiten die Vertragsparteien nach den in Artikel 10 des Übereinkommens vorgesehenen Verfahren in einer Anlage eine Liste solcher Erzeugnisse. Vertragsparteien, die gegen die Anlage nicht Einspruch nach diesen Verfahren eingelegt haben, verbieten oder beschränken innerhalb eines Jahres nach Inkrafttreten der Anlage die Einfuhr dieser Erzeugnisse aus Staaten, die nicht Vertragsparteien des Protokolls sind.

(4^{bis}) Innerhalb von fünf Jahren nach Inkrafttreten dieses Absatzes befinden die Vertragsparteien darüber, ob es durchführbar ist, die Einfuhr von Erzeugnissen, die mit geregelten Stoffen in Anlage B enthalten, aus Staaten, die nicht Vertragsparteien des Protokolls sind, zu verbieten oder zu beschränken. Wenn dies für durchführbar befunden wird, erarbeiten die Vertragsparteien nach den in Artikel 10 des Übereinkommens vorgesehenen Verfahren in einer Anlage eine Liste solcher Erzeugnisse. Vertragsparteien, die gegen die Anlage nicht Einspruch nach diesen Verfahren eingelegt haben, verbieten oder beschränken innerhalb eines Jahres nach Inkrafttreten der Anlage die Einfuhr dieser Erzeugnisse aus Staaten, die nicht Vertragsparteien des Protokolls sind.

(4^{ter}) Innerhalb von fünf Jahren nach Inkrafttreten dieses Absatzes befinden die Vertragsparteien darüber, ob es durchführbar ist, die Einfuhr von Erzeugnissen, die mit geregelten Stoffen in Gruppe II der Anlage C hergestellt werden, jedoch keine solchen Stoffe enthalten, aus Staaten, die nicht Vertragsparteien des Protokolls sind, zu verbieten oder zu beschränken. Wenn dies für durchführbar befunden wird, erarbeiten die Vertragsparteien nach den in Ar-

tikel 10 des Übereinkommens vorgesehenen Verfahren in einer Anlage eine Liste solcher Erzeugnisse. Vertragsparteien, die gegen die Anlage nicht Einspruch nach diesen Verfahren eingelegt haben, verbieten oder beschränken innerhalb eines Jahres nach Inkrafttreten der Anlage die Einfuhr dieser Erzeugnisse aus Staaten, die nicht Vertragsparteien des Protokolls sind.

(5) Jede Vertragspartei wird nach besten Kräften bestrebt sein, der Ausfuhr von Technologie zur Herstellung und Verwendung geregelter Stoffe in den Anlagen A und B und in Gruppe II der Anlage C in Staaten, die nicht Vertragsparteien des Protokolls sind, entgegenzuwirken.

(6) Jede Vertragspartei sieht davon ab, neue Subventionen, Hilfen, Kredite, Garantien oder Versicherungsprogramme für die Ausfuhr von Erzeugnissen, Ausrüstung, Anlagen oder Technologie, welche die Herstellung geregelter Stoffe in den Anlagen A und B und in Gruppe II der Anlage C erleichtern, in Staaten zur Verfügung zu stellen, die nicht Vertragsparteien des Protokolls sind.

(7) Die Absätze 5 und 6 gelten nicht für Erzeugnisse, Ausrüstung, Anlagen oder Technologie, welche die Einkapselung, Rückgewinnung, Verwertung oder Vernichtung geregelter Stoffe in den Anlagen A und B und in Gruppe II der Anlage C verbessern, die Entwicklung alternativer Stoffe fördern oder sonst zur Verminderung der Emissionen geregelter Stoffe in den Anlagen A und B und in Gruppe II der Anlage C beitragen.

(8) Ungeachtet der Bestimmungen dieses Artikels können die in den Absätzen 1 bis 4^{ter} bezeichneten Einfuhren aus jedem Staat, der nicht Vertragspartei des Protokolls ist, und die in den Absätzen 1 bis 4^{ter} bezeichneten Ausfuhren in jeden Staat, der nicht Vertragspartei des Protokolls ist, erlaubt werden, wenn eine Tagung der Vertragsparteien feststellt, daß der betreffende Staat den Artikel 2, die Artikel 2 A bis 2 E, Artikel 2 G und den vorliegenden Artikel voll einhält und diesbezüglich Daten nach Artikel 7 vorgelegt hat.

(9) Im Sinne dieses Artikels umfaßt der Begriff „Staat, der nicht Vertragspartei des Protokolls ist“ im Hinblick auf einen bestimmten geregelten Stoff einen Staat oder eine Organisation der regionalen Wirtschaftsintegration, die nicht zugestimmt haben, durch die Regelungsmaßnahmen für diesen Stoff gebunden zu sein.

(10) Bis zum 1. Januar 1996 prüfen die Vertragsparteien, ob sie dieses Protokoll ändern sollen, um die in diesem Artikel genannten Maßnahmen auf den Handel mit geregelten Stoffen in Gruppe I der Anlage C und in Anlage E mit Staaten, die nicht Vertragsparteien des Protokolls sind, auszudehnen.

Artikel 5

Besondere Lage der Entwicklungsländer

(1) Jede Vertragspartei, die ein Entwicklungsland ist und deren jährlicher berechneter Umfang des Ver-

brauchs der geregelten Stoffe in Anlage A am Tag des Inkrafttretens dieses Protokolls für diese Vertragspartei oder zu irgendeiner Zeit danach bis zum 1. Januar 1999 unter 0,3 Kilogramm pro Kopf liegt, kann die Erfüllung der in den Artikeln 2 A bis 2 E vorgesehenen Regulationsmaßnahmen um zehn Jahre verschieben, um ihre grundlegenden nationalen Bedürfnisse zu decken; jedoch findet jede weitere Änderung der Anpassungen oder der Änderung, die auf der zweiten Tagung der Vertragsparteien am 29. Juni 1990 in London angenommen wurden, auf die in diesem Absatz bezeichneten Vertragsparteien Anwendung, nachdem die in Absatz 8 vorgesehene Überprüfung stattgefunden hat, und gründet sich auf die Schlußfolgerungen dieser Überprüfung.

(1^{bis}) Unter Berücksichtigung der Überprüfung nach Absatz 8 des vorliegenden Artikels, der Bewertungen nach Artikel 6 und aller anderen zweckdienlichen Informationen beschließen die Vertragsparteien bis zum 1. Januar 1996 nach dem in Artikel 2 Abs. 9 dargelegten Verfahren

- a) in bezug auf Artikel 2 F Abs. 1 bis 6 das Bezugsjahr, die Ausgangsmengen, die Regelungszeitpläne und die Auslaufristen für den Verbrauch der geregelten Stoffe in Gruppe I der Anlage C, die auf die in Absatz 1 des vorliegenden Artikels bezeichneten Vertragsparteien Anwendung finden;
- b) in bezug auf Artikel 2 G die Auslaufrist für die Produktion und den Verbrauch der geregelten Stoffe in Gruppe II der Anlage C, die auf die in Absatz 1 des vorliegenden Artikels bezeichneten Vertragsparteien Anwendung findet, und
- c) in bezug auf Artikel 2 H das Bezugsjahr, die Ausgangsmengen und die Regelungszeitpläne für die Produktion und den Verbrauch des geregelten Stoffes in Anlage E, die auf die in Absatz 1 des vorliegenden Artikels bezeichneten Vertragsparteien Anwendung finden.

(2) Eine in Absatz 1 bezeichnete Vertragspartei darf jedoch weder einen jährlichen berechneten Umfang des Verbrauchs der geregelten Stoffe in Anlage A von 0,3 Kilogramm pro Kopf noch einen jährlichen berechneten Umfang des Verbrauchs der geregelten Stoffe in Anlage B von 0,2 Kilogramm pro Kopf überschreiten.

(3) Bei der Durchführung der in den Artikeln 2 A bis 2 E festgelegten Regulationsmaßnahmen hat jede in Absatz 1 bezeichnete Vertragspartei das Recht,

- a) für geregelte Stoffe nach Anlage A entweder den Durchschnitt des jährlichen berechneten Umfangs ihres Verbrauchs von 1995 bis 1997 oder einen berechneten Umfang des Verbrauchs von 0,3 Kilogramm pro Kopf als Grundlage für die Feststellung der Einhaltung der Regulationsmaßnahmen zu benutzen, wenn dieser Wert niedriger ist;
- b) für geregelte Stoffe nach Anlage B den Durchschnitt des jährlichen berechneten Umfangs ihres Verbrauchs von 1998 bis 2000 oder einen berechneten Umfang des Verbrauchs von 0,2 Kilogramm pro Kopf als Grundlage für die Feststellung der Einhaltung der Regulationsmaßnahmen zu benutzen, wenn dieser Wert niedriger ist.

(4) Sieht sich eine in Absatz 1 bezeichnete Vertragspartei zu irgendeiner Zeit, bevor die in den Artikeln 2 A bis 2 H bezeichneten Verpflichtungen hinsichtlich der Regulationsmaßnahmen auf sie Anwendung finden, nicht in der Lage, eine ausreichende Versorgung mit geregelten Stoffen zu erlangen, so kann sie dies dem Sekretariat notifizieren. Das Sekretariat übermittelt eine Kopie dieser Notifikation umgehend den Vertragsparteien; diese beraten die Angelegenheit auf ihrer nächsten Tagung und beschließen angemessene Maßnahmen.

(5) Die Entwicklung der Fähigkeit der in Absatz 1 bezeichneten Vertragsparteien zur Erfüllung ihrer Verpflichtungen, die in den Artikeln 2 A bis 2 E bezeichneten Regulationsmaßnahmen und alle in den Artikeln 2 F bis 2 H bezeichneten Regulationsmaßnahmen, die nach Absatz 1^{bis} des vorliegenden Artikels beschlossenen werden, einzuhalten, und die Umsetzung dieser Maßnahmen durch diese Vertragsparteien sind abhängig von der wirksamen Durchführung der in Artikel 10 vorgesehenen finanziellen Zusammenarbeit und der in Artikel 10 A vorgesehenen Weitergabe von Technologie.

(6) Jede in Absatz 1 bezeichnete Vertragspartei kann dem Sekretariat jederzeit schriftlich notifizieren, daß sie, obwohl sie alle durchführbaren Schritte unternommen hat, aufgrund der unzureichenden Durchführung der Artikel 10 und 10 A nicht in der Lage ist, einzelne oder alle in den Artikeln 2 A bis 2 E genannten Verpflichtungen oder einzelne oder alle in den Artikeln 2 F bis 2 H genannten Verpflichtungen, die nach Absatz 1^{bis} des vorliegenden Artikels beschlossenen werden, zu erfüllen. Das Sekretariat übermittelt eine Kopie der Notifikation umgehend den Vertragsparteien; diese beraten die Angelegenheit auf ihrer nächsten Tagung unter gebührender Berücksichtigung des Absatzes 5 und beschließen angemessene Maßnahmen.

(7) In der Zeit zwischen der Notifikation und der Tagung der Vertragsparteien, auf der die in Absatz 6 bezeichneten angemessenen Maßnahmen beschlossen werden sollen, oder während eines weiteren Zeitraums, wenn die Tagung der Vertragsparteien dies beschließt, werden die in Artikel 8 bezeichneten Verfahren bei Nichteinhaltung gegen die notifizierende Vertragspartei nicht angewendet.

(8) Eine Tagung der Vertragsparteien überprüft spätestens 1995 die Lage der in Absatz 1 bezeichneten Vertragsparteien, einschließlich der wirksamen Durchführung der finanziellen Zusammenarbeit und der Weitergabe von Technologie an diese Vertragsparteien, und beschließt die für notwendig befundenen Revisionen in bezug auf den für diese Vertragsparteien geltenden Zeitplan für die Regulationsmaßnahmen.

(8^{bis}) Auf der Grundlage der aus der Überprüfung nach Absatz 8 gezogenen Schlußfolgerungen

- a) kann eine in Absatz 1 bezeichnete Vertragspartei in bezug auf die in Anlage A geregelten Stoffe die Erfüllung der von der zweiten Tagung der Vertragsparteien am 29. Juni 1990 in London beschlossenen Regulationsmaßnahmen um zehn Jahre ver-

schieben, um ihre grundlegenden nationalen Bedürfnisse zu decken; Bezugnahmen des Protokolls auf Artikel 2A und 2B sind entsprechend auszuliegen.

- b) kann eine in Absatz 1 bezeichnete Vertragspartei in bezug auf die in Anlage B geregelten Stoffe die Erfüllung der von der zweiten Tagung der Vertragsparteien am 29. Juni 1990 in London beschlossenen Regulationsmaßnahmen um zehn Jahre verschieben, um ihre grundlegenden nationalen Bedürfnisse zu decken; Bezugnahme des Protokolls auf Artikel 2C und 2E sind entsprechend auszulegen.

(8^{ter}) Nach Absatz 1^{bis} ist folgendes zu beachten:

- a) Jede in Absatz 1 bezeichnete Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 2016 beginnt, und in jedem Zwölfmonatszeitraum danach der berechnete Umfang ihres Verbrauchs der geregelten Stoffe in Gruppe I der Anlage C jährlich desjenigen von 20 15 nicht übersteigt;
- b) jede in Absatz 1 bezeichnete Vertragspartei sorgt dafür, daß während des Zeitraums von zwölf Monaten, der am 1. Januar 2040 beginnt, und in jedem Zwölfmonatszeitraum danach der berechnete Umfang ihres Verbrauchs der geregelten Stoffe in Gruppe I der Anlage C Null nicht übersteigt;
- c) jede in Absatz 1 bezeichnete Vertragspartei erfüllt die Bestimmungen des Artikels 2 G;
- d) in bezug auf den in Anlage E geregelten Stoff gilt folgendes:
- i) ab dem 1. Januar 2002 erfüllt jede in Absatz 1 bezeichnete Vertragspartei die in Artikel 2H Abs. 1 aufgeführten Regulationsmaßnahmen und verwendet als Grundlage hierfür den Durchschnitt des jährlichen berechneten Umfangs ihres Verbrauchs bzw. ihrer Produktion während des Zeitraums von 1995 bis einschließlich 1998;
- ii) der berechnete Umfang des Verbrauchs und der Produktion nach diesem Unterabsatz schließt nicht die Mengen ein, die von der Vertragspartei in Quarantänefällen und vor einem Transport verwendet werden.

(9) Die Beschlüsse der Vertragsparteien nach den Absätzen 4, 6 und 7 werden nach demselben Verfahren gefaßt, das für die Beschlußfassung nach Artikel 10 gilt.

Artikel 6

Bewertung und Überprüfung der Regulationsmaßnahmen

Erstmalig 1990 und danach mindestens alle vier Jahre bewerten die Vertragsparteien die in Artikel 2 und Artikel 2A bis 2H vorgesehenen Regulationsmaßnahmen auf der Grundlage verfügbarer wissenschaftlicher, umweltbezogener, technischer und wissenschaftlicher Informationen. Mindestens ein Jahr vor jeder Bewertung berufen die Vertragsparteien geeignete Gruppen von Sachverständigen ein, die

auf den genannten Gebieten fachlich befähigt sind, und bestimmen die Zusammensetzung und die Aufgaben dieser Gruppen. Innerhalb eines Jahres nach der Einberufung teilen die Gruppen den Vertragsparteien über das Sekretariat ihre Schlußfolgerungen mit.

Artikel 7

Datenberichterstattung

(1) Jede Vertragspartei übermittelt dem Sekretariat innerhalb von drei Monaten nach dem Tag, an dem sie Vertragspartei wird, statistische Daten über ihre Produktion, ihre Einfuhren und ihre Ausfuhren jedes der geregelten Stoffe in Anlage A für das Jahr 1986 oder, wenn solche Daten nicht vorliegen, bestmögliche Schätzungen.

(2) Jede Vertragspartei übermittelt dem Sekretariat spätestens drei Monate nach dem Tag, an dem die in dem Protokoll für die Stoffe in den Anlagen B, C beziehungsweise E festgelegten Bestimmungen für diese Vertragspartei in Kraft treten, statistische Daten über ihre Produktion, ihre Einfuhren und ihre Ausfuhren jedes der geregelten Stoffe

- in der Anlage B und C für das Jahr 1989,
- in der Anlage E für das Jahr 1991

oder, wenn solche Daten nicht vorliegen, bestmögliche Schätzungen.

(3) Jede Vertragspartei übermittelt dem Sekretariat statistische Daten über ihre jährliche Produktion (im Sinne des Artikels 1 Nr. 5) jedes der in den Anlagen A, B, C und E geregelten Stoffe sowie gesondert für jeden Stoff über

- Mengen, die als Ausgangsmaterial zur Herstellung anderer Stoffe verwendet wurden,
- Mengen, die durch von den Vertragsparteien genehmigte Verfahren vernichtet wurden,
- Einfuhren aus sowie Ausfuhren nach Vertragsparteien und Nichtvertragsparteien

für das Jahr, in dem die Bestimmungen betreffend die Stoffe in den Anlagen A, B, C beziehungsweise E für diese Vertragspartei in Kraft getreten sind, sowie für jedes darauffolgende Jahr. Die Daten werden spätestens neun Monate nach Ablauf des Jahres übermittelt, auf das sie sich beziehen.

(3^{bis}) Jede Vertragspartei übermittelt dem Sekretariat gesondert statistische Daten über ihre jährlichen Einfuhren und Ausfuhren jedes der in Gruppe II der Anlage A und in Gruppe I der Anlage C aufgeführten geregelten Stoffen, die wiederverwertet worden sind.

(4) Für die in Artikel 2 Abs. 8 Buchstabe a bezeichneten Vertragsparteien sind die Erfordernisse der Absätze 1, 2, 3 und 3^{bis} des vorliegenden Artikels im Hinblick auf statistische Daten über Einfuhren und Ausfuhren erfüllt, wenn die betreffende Organisation der regionalen Wirtschaftsintegration Daten über Einfuhren und Ausfuhren zwischen der Organisation und Staaten, die nicht Mitglieder dieser Organisation sind, zur Verfügung stellt.

Artikel 8

Nichteinhaltung

Die Vertragsparteien beraten und genehmigen auf ihrer ersten Tagung Verfahren und institutionelle Mechanismen für die Feststellung der Nichteinhaltung der Bestimmungen des Protokolls und das Vorgehen gegenüber Vertragsparteien, die das Protokoll nicht einhalten.

Artikel 9

Forschung, Entwicklung, öffentliches Bewußtsein und Informationsaustausch

(1) Die Vertragsparteien arbeiten im Einklang mit ihren innerstaatlichen Gesetzen, sonstigen Vorschriften und Gepflogenheiten und unter Berücksichtigung insbesondere der Bedürfnisse der Entwicklungsländer zusammen, um unmittelbar oder über zuständige internationale Stellen Forschung, Entwicklung und Informationsaustausch in folgenden Bereichen zu fördern:

- a) geeignetste Technologien zur Verbesserung der Einkapselung, Rückgewinnung, Verwertung oder Vernichtung von geregelten Stoffen oder zur sonstigen Verminderung der Emissionen solcher Stoffe;
- b) mögliche Alternativen für geregelte Stoffe, für Erzeugnisse, die solche Stoffe enthalten, und für Erzeugnisse, die mit solchen Stoffen hergestellt werden;
- c) Kosten und Nutzen einschlägiger Regelungsstrategien.

(2) Die Vertragsparteien arbeiten einzeln, gemeinsam oder über zuständige internationale Stellen zusammen bei der Förderung des öffentlichen Bewußtseins über die Auswirkungen der Emissionen geregelter und anderer zu einem Abau der Ozonschicht führender Stoffe auf die Umwelt.

(3) Innerhalb von zwei Jahren nach Inkrafttreten dieses Protokolls und danach alle zwei Jahre legt jede Vertragspartei dem Sekretariat eine Zusammenfassung der nach diesem Artikel durchgeführten Tätigkeiten vor.

Artikel 10

Finanzierungsmechanismus

(1) Die Vertragsparteien legen einen Mechanismus fest mit dem Ziel, den in Artikel 5 Abs. 1 bezeichneten Vertragsparteien finanzielle und technische Zusammenarbeit einschließlich der Weitergabe von Technologien zur Verfügung zu stellen, um ihnen die Einhaltung der in den Artikeln 2 A bis 2 E festgelegten Regulationsmaßnahmen sowie aller in den Artikeln 2 F bis 2 H festgelegten Regulationsmaßnahmen, die nach Artikel 5 Abs. 1^{bis} beschlossen worden sind, zu ermöglichen. Der Mechanismus, der durch Beiträge gespeist wird, die zusätzlich zu anderen finanziellen Zuwendungen an die in dem genannten Absatz bezeichneten Vertragsparteien geleistet wer-

den, dient zur Deckung aller vereinbarten Mehrkosten dieser Vertragsparteien, um ihnen die Einhaltung der Regulationsmaßnahmen des Protokolls zu ermöglichen. Eine als Anhaltspunkt dienende Liste der Kategorien von Mehrkosten wird von der Tagung der Vertragsparteien beschlossen.

(2) Der nach Absatz 1 festgelegte Mechanismus umfaßt einen Multilateralen Fonds. Er kann auch andere Arten der multilateralen, regionalen und bilateralen Zusammenarbeit einschließen.

(3) Der Multilaterale Fonds hat die Aufgabe,

- a) die vereinbarten Mehrkosten durch Zuschüsse beziehungsweise Darlehen zu Vorzugsbedingungen nach Kriterien, die von den Vertragsparteien beschlossen werden, zu decken;
- b) die Tätigkeit einer Verrechnungsstelle zu finanzieren, um
 - i) den in Artikel 5 Abs. 1 bezeichneten Vertragsparteien durch landesspezifische Untersuchungen und sonstige technische Zusammenarbeit zu helfen, ihre Bedürfnisse im Hinblick auf die Zusammenarbeit zu ermitteln;
 - ii) die technische Zusammenarbeit zu erleichtern, um diesen ermittelten Bedürfnissen gerecht zu werden;
 - iii) nach Artikel 9 Informationen und einschlägige Materialien zu verteilen, Arbeits- und Schulungsseminare sowie sonstige verwandte Tätigkeiten zugunsten der Vertragsparteien, die Entwicklungsländer sind, durchzuführen und
 - iv) sonstige multilaterale, regionale und bilaterale Zusammenarbeit für Vertragsparteien, die Entwicklungsländer sind, zu erleichtern und zu überwachen;
- c) die Sekretariatsdienste des Multilateralen Fonds und damit verbundene begleitende Kosten zu finanzieren.

(4) Der Multilaterale Fonds untersteht den Vertragsparteien, die seine allgemeine Politik bestimmt.

(5) Die Vertragsparteien gründen einen Exekutiv-ausschuß zur Planung und Überwachung der Durchführung bestimmter Arbeitsgrundsätze, Leitlinien und Verwaltungsregelungen, einschließlich der Vergabe von Geldmitteln, zu dem Zweck, die Ziele des Multilateralen Fonds zu erreichen. Der Exekutivausschuß nimmt seine in seinem von den Vertragsparteien vereinbarten Mandat festgelegten Aufgaben und Verantwortlichkeiten unter Mitwirkung und mit Unterstützung der Internationalen Bank für Wiederaufbau und Entwicklung (Weltbank), des Umweltprogramms der Vereinten Nationen, des Entwicklungsprogramms der Vereinten Nationen oder anderer geeigneter Gremien entsprechend ihrem jeweiligen Fachgebiet wahr. Die Mitglieder des Exekutiv-ausschusses, die auf der Grundlage einer ausgewogenen Vertretung der in Artikel 5 Abs. 1 bezeichneten Vertragsparteien und der nicht in jenem Absatz bezeichneten Vertragsparteien ausgewählt werden, werden von den Vertragsparteien bestätigt.

(6) Der Multilaterale Fonds wird aus Beiträgen der nicht in Artikel 5 Abs. 1 bezeichneten Vertragsparteien in konvertierbarer Währung oder unter bestimmten Umständen in Sachleistungen und/oder in der Landeswährung auf der Grundlage des Beitragschlüssels der Vereinten Nationen finanziert. Andere Vertragsparteien werden zur Beitragsleistung ermutigt. Bilaterale und in durch Beschluß der Vertragsparteien vereinbarten besonderen Fällen regionale Zusammenarbeit können bis zu einem Prozentsatz und nach Kriterien, die durch Beschluß der Vertragsparteien festzulegen sind, als Beitrag zum Multilateralen Fonds angesehen werden, vorausgesetzt, daß zunächst folgende Bedingungen erfüllt sind:

- a) Die Zusammenarbeit dient ausschließlich der Erfüllung der Bestimmungen dieses Protokolls;
- b) sie stellt zusätzliche Mittel zur Verfügung;
- c) sie deckt die vereinbarten Mehrkosten.

(7) Die Vertragsparteien beschließen den Programmhaushalt des Multilateralen Fonds für jede Rechnungsperiode und den Beitragsanteil der einzelnen Vertragsparteien zu diesem Haushalt.

(8) Die Mittel des Multilateralen Fonds werden in Zusammenarbeit mit der begünstigten Vertragspartei vergeben.

(9) Beschlüsse der Vertragsparteien nach diesem Artikel werden, wenn möglich, durch Konsens gefaßt. Sind alle Bemühungen um einen Konsens erschöpft und wird keine Einigung erzielt, so werden die Beschlüsse mit einer Zweidrittelmehrheit der anwesenden und abstimmenden Vertragsparteien gefaßt, die eine Mehrheit der in Artikel 5 Abs. 1 bezeichneten anwesenden und abstimmenden Vertragsparteien und eine Mehrheit der nicht in jenem Absatz bezeichneten anwesenden und abstimmenden Vertragsparteien vertritt.

(10) Der in diesem Artikel vorgesehene Finanzierungsmechanismus läßt künftige Regelungen, die möglicherweise im Hinblick auf andere Umweltfragen entwickelt werden, unberührt.

Artikel 10 A

Weitergabe von Technologie

Jede Vertragspartei unternimmt im Einklang mit dem im Rahmen des Finanzierungsmechanismus geförderten Programm alle durchführbaren Schritte, um sicherzustellen,

- a) daß die besten verfügbaren umweltverträglichen Ersatzprodukte und damit zusammenhängenden Technologien rasch an die in Artikel 5 Abs. 1 bezeichneten Vertragsparteien weitergegeben werden und
- b) daß die unter Buchstabe a vorgesehene Weitergabe unter gerechten und möglichst günstigen Bedingungen stattfindet.

Artikel 11

Tagungen der Vertragsparteien

(1) Die Vertragsparteien halten in regelmäßigen Abständen Tagungen ab. Das Sekretariat beruft die erste Tagung der Vertragsparteien spätestens ein Jahr nach Inkrafttreten dieses Protokolls in Verbindung mit einer Tagung der Konferenz der Vertragsparteien des Übereinkommens ein, wenn eine Tagung der Konferenz innerhalb dieses Zeitraums geplant ist.

(2) Spätere ordentliche Tagungen der Vertragsparteien finden, wenn die Vertragsparteien nichts anderes beschließen, in Verbindung mit Tagungen der Konferenz der Vertragsparteien des Übereinkommens statt. Außerordentliche Tagungen der Vertragsparteien finden zu jeder anderen Zeit statt, wenn es die Tagung der Vertragsparteien für notwendig erachtet oder eine Vertragspartei schriftlich beantragt, sofern dieser Antrag innerhalb von sechs Monaten nach seiner Übermittlung durch das Sekretariat von mindestens einem Drittel der Vertragsparteien unterstützt wird.

(3) Auf ihrer ersten Tagung nehmen die Vertragsparteien folgende Aufgaben wahr:

- a) Sie beschließen durch Konsens eine Geschäftsordnung für ihre Tagungen;
- b) sie beschließen durch Konsens die in Artikel 13 Abs. 2 bezeichnete Finanzordnung;
- c) sie setzen die in Artikel 6 bezeichneten Gruppen ein und bestimmen ihre Aufgaben;
- d) sie beraten und beschließen die in Artikel 8 bezeichneten Verfahren und institutionellen Mechanismen;
- e) sie beginnen mit der Ausarbeitung der Arbeitspläne nach Artikel 10 Abs. 3.

(4) Die Tagungen der Vertragsparteien haben folgende Aufgaben:

- a) Sie überprüfen die Durchführung des Protokolls;
- b) sie beschließen Anpassungen und Verminderungen nach Artikel 2 Abs. 9;
- c) sie beschließen die Aufnahme, Eingliederung oder Streichung von Stoffen in einer Anlage und die damit zusammenhängenden Regelungsmaßnahmen nach Artikel 2 Abs. 10;
- d) sie legen erforderlichenfalls Leitlinien und Verfahren für die Bereitstellung von Informationen nach Artikel 7 und Artikel 9 Abs. 3 fest;
- e) sie überprüfen nach Artikel 10 Abs. 2 vorgelegte Anträge und technische Unterstützung;
- f) sie überprüfen die vom Sekretariat nach Artikel 12 Buchstabe c ausgearbeiteten Berichte;
- g) sie bewerten nach Artikel 6 die Regelungsmaßnahmen;
- h) sie beraten und beschließen nach Bedarf Änderungsvorschläge zu dem Protokoll oder einer Anlage oder Vorschläge für neue Anlagen;

- i) sie beraten und beschließen den Haushalt für die Durchführung des Protokolls;
- j) sie beraten und ergreifen weitere Maßnahmen, die zur Erreichung der Zwecke des Protokolls erforderlich sind.

(5) Die Vereinten Nationen, ihre Sonderorganisationen und die Internationale Atomenergie-Organisation sowie jeder Staat, der nicht Vertragspartei des Protokolls ist, können auf den Tagungen der Vertragsparteien als Beobachter vertreten sein. Jede Stelle, national oder international, staatlich oder nichtstaatlich, die auf Gebieten im Zusammenhang mit dem Schutz der Ozonschicht fachlich befähigt ist und dem Sekretariat ihren Wunsch mitgeteilt hat, auf einer Tagung der Vertragsparteien als Beobachter vertreten zu sein, kann zugelassen werden, sofern nicht mindestens ein Drittel der anwesenden Vertragsparteien widerspricht. Die Zulassung und Teilnahme von Beobachtern unterliegen der von den Vertragsparteien beschlossenen Geschäftsordnung.

Artikel 12 Sekretariat

Für die Zwecke dieses Protokolls hat das Sekretariat folgende Aufgaben:

- a) Es veranstaltet die in Artikel 11 vorgesehenen Tagungen der Vertragsparteien und stellt die entsprechenden Dienste bereit;
- b) es nimmt die nach Artikel 7 bereitgestellten Daten entgegen und stellt sie einer Vertragspartei auf Ersuchen zur Verfügung;
- c) es erarbeitet Berichte aufgrund von Informationen, die nach den Artikeln 7 und 9 eingehen und verteilt sie regelmäßig an die Vertragsparteien;
- d) es notifiziert den Vertragsparteien jeden nach Artikel 10 eingegangenen Antrag auf technische Unterstützung, um die Bereitstellung solcher Unterstützung zu erleichtern;
- e) es ermutigt Nichtvertragsparteien, an den Tagungen der Vertragsparteien als Beobachter teilzunehmen und im Einklang mit den Bestimmungen des Protokolls zu handeln;
- f) es stellt diesen als Beobachter teilnehmenden Nichtvertragsparteien, gegebenenfalls die unter den Buchstaben c und d bezeichneten Informationen und Anträge zur Verfügung;
- g) es nimmt zur Erreichung der Zwecke des Protokolls sonstige Aufgaben wahr, die ihm von den Vertragsparteien übertragen werden.

Artikel 13 Finanzielle Bestimmungen

(1) Die für die Durchführung dieses Protokolls erforderlichen Mittel einschließlich derjenigen für die Arbeit des Sekretariats im Zusammenhang mit dem Protokoll stammen ausschließlich aus Beiträgen der Vertragsparteien.

(2) Auf ihrer ersten Tagung beschließen die Vertragsparteien durch Konsens die Finanzordnung für die Durchführung des Protokolls.

Artikel 14

Verhältnis dieses Protokolls zum Übereinkommen

Sofern in diesem Protokoll nichts anderes vorgesehen ist, gelten die Bestimmungen des Übereinkommens, die sich auf seine Protokolle beziehen, für das Protokoll.

Artikel 15

Unterzeichnung

Dieses Protokoll liegt für Staaten und für Organisationen der regionalen Wirtschaftsintegration am 16. September 1987 in Montreal, vom 17. September 1987 bis zum 16. Januar 1988 in Ottawa und vom 17. Januar 1988 bis zum 15. September 1988 am Sitz der Vereinten Nationen in New York zur Unterzeichnung auf.

Artikel 16

Inkrafttreten

(1) Dieses Protokoll tritt am 1. Januar 1989 in Kraft, sofern mindestens elf Ratifikations-, Annahme-, Genehmigungs- oder Beitrittsurkunden zu dem Protokoll von Staaten oder Organisationen der regionalen Wirtschaftsintegration, die mindestens zwei Drittel des geschätzten weltweiten Verbrauchs der geregelten Stoffe im Jahr 1986 vertreten, hinterlegt und die Bestimmungen des Artikels 17 Abs. 1 des Übereinkommens erfüllt sind. Sind diese Bedingungen bis zu dem genannten Tag nicht erfüllt, so tritt das Protokoll am neunzigsten Tag nach dem Zeitpunkt in Kraft, zu dem die Bedingungen erfüllt worden sind.

(2) Für die Zwecke des Absatzes 1 zählt eine von einer Organisation der regionalen Wirtschaftsintegration hinterlegte Urkunde nicht als zusätzliche Urkunde zu den von den Mitgliedstaaten der betreffenden Organisation hinterlegten Urkunden.

(3) Nach Inkrafttreten des Protokolls wird ein Staat oder eine Organisation der regionalen Wirtschaftsintegration am neunzigsten Tag nach dem Zeitpunkt der Hinterlegung der Ratifikations-, Annahme-, Genehmigungs- oder Beitrittsurkunde Vertragspartei des Protokolls.

Artikel 17

Vertragsparteien, die nach dem Inkrafttreten beitreten

Vorbehaltlich des Artikels 5 erfüllt jeder Staat oder jede Organisation der regionalen Wirtschaftsintegration, die nach Inkrafttreten des Protokolls beitreten, sofort sämtliche in den Artikeln 2, 2 A bis 2 H und 4 vorgesehenen Verpflichtungen, die zu dem betreffenden Zeitpunkt für die Staaten und Organisationen

der regionalen Wirtschaftsintegration gelten, die an dem Tag Vertragsparteien wurden, an dem das Protokoll in Kraft trat.

Artikel 18
Vorbehalte

Vorbehalte zu diesem Protokoll sind nicht zulässig.

Artikel 19
Rücktritt

Jede Vertragspartei kann jederzeit nach Ablauf von vier Jahren nach dem Zeitpunkt, zu dem sie die in Artikel 2 A Abs. 1 vorgesehenen Verpflichtungen übernommen hat, durch eine an den Verwahrer gerichtete schriftliche Notifikation von dem Protokoll

zurücktreten. Der Rücktritt wird nach Ablauf eines Jahres nach dem Eingang der Notifikation beim Verwahrer oder zu einem gegebenenfalls in der Rücktrittsnotifikation genannten späteren Zeitpunkt wirksam.

Artikel 20
Verbindliche Wortlaute

Die Urschrift dieses Protokolls, dessen arabischer, chinesischer, englischer, französischer, russischer und spanischer Wortlaut gleichermaßen verbindlich ist, wird beim Generalsekretär der Vereinten Nationen hinterlegt.

Zu Urkund dessen haben die hierzu gehörig befugten Unterzeichneten dieses Protokolls unterschrieben.

Geschehen zu Montreal am 16. September 1987

Anlage A
Geregelte Stoffe

Gruppe	Stoff	Ozonabbau-potential ¹⁾
Gruppe I	CCl ₃ F (R 11)	1,0
	CCl ₂ F ₂ (R 12)	1,0
	C ₂ Cl ₃ F ₃ (R 113)	0,8
	C ₂ Cl ₂ F ₄ (R 114)	1,0
	C ₂ ClF ₅ (R 115)	0,6
Gruppe II	CBrClF ₂ (Halon 1211)	3,0
	CBrF ₃ (Halon 1301)	10,0
	C ₂ Br ₂ F ₄ (Halon 2402)	6,0

¹⁾ Diese Ozonabbau-potentiale sind Schätzungen aufgrund vorhandener Kenntnisse; sie werden regelmäßig überprüft und revidiert.

Anlage B
Geregelte Stoffe

Gruppe	Stoff	Ozonabbau-potential
Gruppe I	CClF ₃ (R 13)	1,0
	C ₂ Cl ₅ F (R 111)	1,0
	C ₂ Cl ₄ F ₂ (R 112)	1,0
	C ₃ Cl ₇ F (R 211)	1,0
	C ₃ Cl ₆ F ₂ (R 212)	1,0
	C ₃ Cl ₅ F ₃ (R 213)	1,0
	C ₃ Cl ₄ F ₄ (R 214)	1,0
	C ₃ Cl ₃ F ₅ (R 215)	1,0
	C ₃ Cl ₂ F ₆ (R 216)	1,0
	C ₃ ClF ₇ (R 217)	1,0
Gruppe II	CCl ₄ Tetrachlorkohlenstoff	1,1
Gruppe III	C ₂ H ₃ Cl ₃ *) 1,1,1-Trichlorethan (Methylchloroform)	0,1

*) Diese Formel bezieht sich nicht auf 1,1,2-Trichlorethan

Anlage C
Geregelte Stoffe

Gruppe	Stoff	Anzahl der Isomere	Ozonabbaupotential*)
Gruppe I	CHFCI ₂ (R 21)**	1	0,04
	CHF ₂ CI (R 22)**	1	0,055
	CH ₂ FCI (R 31)	1	0,02
	C ₂ HFCl ₄ (R 121)	2	0,01 -0,04
	C ₂ HF ₂ Cl ₃ (R 122)	3	0,02 -0,08
	C ₂ HF ₃ Cl ₂ (R 123)	3	0,02 -0,06
	CHCl ₂ CF ₃ (R 123)**	-	0,02
	C ₂ HF ₄ CI (R 124)	2	0,02 -0,04
	CHFClCF ₃ (R 124)**	-	0,022
	C ₂ H ₂ FCI ₃ (R 131)	3	0,007-0,05
	C ₂ H ₂ F ₂ Cl ₂ (R 132)	4	0,008-0,05
	C ₂ H ₂ F ₃ CI (R 133)	3	0,02 -0,06
	C ₂ H ₃ FCI ₂ (R 141)	3	0,005-0,07
	CH ₃ CFCl ₂ (R141b)**	-	0,11
	C ₂ H ₃ F ₂ CI (R 142)	3	0,008-0,07
	CH ₃ CF ₂ CI (R142b)**	-	0,065
	C ₂ H ₄ FCI (R 151)	2	0,003-0,005
	C ₂ HFCl ₆ (R 221)	5	0,015-0,07
	C ₃ HF ₂ Cl ₅ (R 222)	9	0,01 -0,09
	C ₃ HF ₃ Cl ₄ (R 223)	12	0,01 -0,08
	C ₃ HF ₄ Cl ₃ (R 224)	12	0,01 -0,09
	C ₃ HF ₅ Cl ₂ (R 225)	9	0,02 -0,07
	CF ₃ CF ₂ CHCl ₂ (R225 ca)**	-	0,025
	CF ₂ CICF ₂ CHClF (R225 cb)**	-	0,033
	C ₃ HF ₆ CI (R 226)	5	0,02 -0,10
	C ₃ H ₂ FCI ₅ (R 231)	9	0,05 -0,09
	C ₃ H ₂ F ₂ Cl ₄ (R 232)	16	0,008-0,10
	C ₃ H ₂ F ₃ Cl ₃ (R 233)	18	0,07 -0,23
	C ₃ H ₂ F ₄ Cl ₂ (R 234)	16	0,01 -0,28
	C ₃ H ₂ F ₅ CI (R 235)	9	0,03 -0,52
	C ₃ H ₃ FCI ₄ (R 241)	12	0,004-0,09
	C ₃ H ₃ F ₂ Cl ₃ (R 242)	18	0,005-0,13
	C ₃ H ₃ F ₃ Cl ₂ (R 243)	18	0,007-0,12
	C ₃ H ₃ F ₄ CI (R 244)	12	0,009-0,14
	C ₃ H ₄ FCI ₃ (R 251)	12	0,001-0,01
	C ₃ H ₄ F ₂ Cl ₂ (R 252)	16	0,005-0,04
	C ₃ H ₄ F ₃ CI (R 253)	12	0,003-0,03
C ₃ H ₅ FCI ₂ (R 261)	9	0,002-0,02	
C ₃ H ₅ F ₂ CI (R 262)	9	0,002-0,02	
C ₃ H ₆ FCI (R 271)	5	0,001-0,03	
Gruppe II	CHFBr ₂	1	1,00
	CHF ₂ Br (R 22B1)	1	0,74
	CH ₂ FBr	1	0,73
	CH ₂ FBr ₄	2	0,3 -0,8
	C ₂ HF ₂ Br ₃	3	0,5 -1,8
	C ₂ HF ₃ Br ₂	3	0,4 -1,6
	C ₂ HF ₄ Br	2	0,7 -1,2

noch Anlage C
Geregelte Stoffe

Gruppe	Stoff	Anzahl der Isomere	Ozonabbaupotential *)
	C ₂ H ₂ FBr ₃	3	0,1 -1,1
	C ₂ H ₂ F ₂ Br ₂	4	0,2 -1,5
	C ₂ H ₂ F ₃ Br	3	0,7 -1,6
	C ₂ H ₃ FBr ₂	3	0,1 -1,7
	C ₂ H ₃ F ₂ Br	3	0,2 -1,1
	C ₂ H ₄ FBr	2	0,07-0,1
	C ₃ HFBr ₆	5	0,3 -1,5
	C ₃ HF ₂ Br ₅	9	0,2 -1,9
	C ₃ HF ₃ Br ₄	12	0,3 -1,8
	C ₃ HF ₄ Br ₃	12	0,5 -2,2
	C ₃ HF ₅ Br ₂	9	0,9 -2,0
	C ₃ HF ₆ Br	5	0,7 -3,3
	C ₃ H ₂ FBr ₅	9	0,1 -1,9
	C ₃ H ₂ F ₂ Br ₄	16	0,2 -2,1
	C ₃ H ₂ F ₃ Br ₃	18	0,2 -5,6
	C ₃ H ₂ F ₄ Br ₂	16	0,3 -7,5
	C ₃ H ₂ F ₅ Br	8	0,9 -1,4
	C ₃ H ₃ FBr ₄	12	0,08-1,9
	C ₃ H ₃ F ₂ Br ₃	18	0,1 -3,1
	C ₃ H ₃ F ₃ Br ₂	18	0,1 -2,5
	C ₃ H ₃ F ₄ Br	12	0,3 -4,4
	C ₃ H ₄ FBr ₃	12	0,03-0,3
	C ₃ H ₄ F ₂ Br ₂	16	0,1 -1,0
	C ₃ H ₄ F ₃ Br	12	0,07-0,8
	C ₃ H ₅ FBr ₂	9	0,04-0,4
	C ₃ H ₅ F ₂ Br	9	0,07-0,8
	C ₃ H ₆ FBr	5	0,02-0,7

*) Ist für das Ozonabbaupotential ein Bereich angegeben, so wird der höchste Wert dieses Bereichs für die Zwecke des Protokolls verwendet. Die als Einzelwerte angegebenen Ozonabbaupotentiale wurden durch Berechnungen auf der Grundlage von Labormessungen ermittelt. Die als Bereich angegebenen Ozonabbaupotentiale beruhen auf Schätzungen und sind weniger genau. Der Bereich bezieht sich auf eine Gruppe von Isomeren. Der obere Wert ist eine Schätzung des Ozonabbaupotentials des Isomers mit dem höchsten Ozonabbaupotential, und der untere Wert ist eine Schätzung des Ozonabbaupotentials des Isomers mit dem geringsten Ozonabbaupotential.

**) Bezeichnet die wirtschaftlich bedeutendsten Stoffe samt Ozonabbaupotentialwerten, die für die Zwecke des Protokolls verwendet werden sollen.

Anlage D¹⁾

Liste der Erzeugnisse²⁾, die in Anlage A aufgeführte geregelte Stoffe enthalten (Angenommen nach Artikel 4 Abs. 3)

1. Klimageräte für Personen- und Lastkraftwagen (in das Fahrzeug eingebaut oder nicht)
2. Private und gewerbliche Kühl- und Klimaanlage/ Wärmepumpen³⁾
 - z. B. Kühlgeräte
 - Gefriergeräte
 - Entfeuchter
 - Wasserkühler
 - Eismaschinen
 - Klimageräte und Wärmepumpen
3. Aerosolerzeugnisse mit Ausnahme derjenigen, die für medizinische Zwecke verwendet werden
4. Tragbare Feuerlöscher
5. Dämmplatten, Paneele und Rohrverkleidungen
6. Vorpolymere

¹⁾ Diese Anlage wurde von der dritten Tagung der Vertragsparteien vom 19.-21. Juni 1991 in Nairobi nach Artikel 4 Abs. 3 des Protokolls angenommen.

²⁾ Außer wenn sie als persönliche Habe oder unter ähnlichen nichtgewerblichen Umständen befördert werden, unter denen sie üblicherweise von Zollförmlichkeiten befreit sind.

³⁾ Wenn sie in Anlage A aufgeführte geregelte Stoffe als Kältemittel und/oder im Dämmmaterial für das Erzeugnis enthalten.

Anlage E Geregelte Stoffe

Gruppe	Stoff	Ozonabbau- potential
Gruppe I	CH ₃ Br Methylbromid	0,6

FCKW-Ersatzstoffe

Zusammenstellung Umweltbundesamt
(ohne Anspruch auf Vollständigkeit)

1. Reinstoffe

Name	Formel	Handelsname	Hersteller	Prinzipieller Ersatz für	Siedepunkt	ODP	GWP R11 CO ₂ -20/100/500A	LC50 oder Alc%	Lebenszeit	Bemerkungen
R11	CFCl ₃				23,8	1,0	1,0 4500/3500/ -3800/- ⁵⁾		60	verboten
R12	CF ₂ Cl ₂				-29,8	0,96	3,0 7900/8500/4200 ⁴⁾ -8100/- ⁵⁾		130	verboten
R13	CClF ₃				-81,4	0,78	8100/11700/13600 -11700/- ⁵⁾		92	verboten
R22	CHClF ₂		Solvay, Du Pont, Allied Signal, Ausimont.	R11,(R12), R502	-40,8	0,05	0,34 4100/1600/510 [*] 4300/1700/520 ⁴⁾ -1500/- ⁵⁾	22	15	geregelt
R23	CHF ₃	FE 13 Solkane 23	Du Pont, Solvay	H1301, R13,R503	-82,1	0	-/(12000 [*]) -/11700/- ⁵⁾	>70	310 [*]	verfügbar
R32	CH ₂ F ₂		Du Pont, Solvay, Atochem, ICI, Ausimont	R11, Gemischkomponente, R22	-51,8	0	-/650/220 [*])		6	brennbar verfügbar
R112	C ₂ Cl ₄ F ₂									verboten

noch 1. Reinstoffe

Name	Formel	Handelsname	Hersteller	Prinzipieller Ersatz für	Siede- punkt	ODP	GWP R11 CO ₂ -20/100/500A	LC50 oder Alc-%	Lebens- zeit	Bemerkungen
R113	C ₂ F ₃ Cl ₃				47,6	0,8	1,4 5000/5000/2300 ⁽⁴⁾ -/4800/- ⁽⁵⁾		90	verboten
R114	C ₃ F ₄ Cl ₂				3,8		6900/9300/8300 ⁽⁴⁾			verboten
R115	C ₂ F ₅ Cl					0,4	7,5 6200/9300/13000 ⁽⁴⁾		400	verboten
R116	C ₃ F ₆									
R123	CF ₃ -CHCl ₂	FE 232 Solkoflam 123, Forane 123, Meforex 123	Du Pont, Solvay, Allied Signals, Elf Atochem, Ausimont	H1211; R1 (auch Drop-In)	27,9	0,02	0,02 310/90/29 ^(*) 300/93/29 ^(*)	3,2 oder 32	2 ^(*)	geregelt
R124	CF ₃ -CHClF	Meforex 124	Allied Signals, Atochem, Ausimont	R114	-12,1 -11	0,02	0,1 1500/470/150 ^(*)	23-29	7 ^(*)	geregelt
R125	CF ₃ -CHF ₂	FE 25 Meforex 125	Allied Signals, Du Pont, Solvay, Atochem	R22, R502, H1301, Gemischkomponente R115	-48,6	0	0,58 4700/2500 ^(*) /860 ^(*) 100 a 3400(BMU) -/2800/- ⁽⁵⁾	>70	28	verfügbar
R132b	CClF ₂ -CH ₂ Cl					0,025				toxisch
R133a	CF ₃ -CH ₂ Cl									toxisch
R134a	CF ₃ -CH ₂ F	Forane 134 a, Meforex 134 a	Atochem, Allied Signals, ICI, Du Pont, Solvay, Ausimont	R12 (auch Drop-In) R11, R502, R22	-26,1	0	0,26 3400/1300/420 ⁽⁴⁾		16	verfügbar
R141b	CH ₃ -CCl ₂ F		Solvay, Atochem	R11	32,7	0,11	0,09 1800/630/200 ⁽⁴⁾ -/600/- ⁽⁵⁾		8 ^(*)	brennbar, geregelt

noch 1. Reinstoffe

Name	Formel	Handelsname	Hersteller	Prinzipieller Ersatz für	Siedepunkt	ODP	GWP R11 CO ₂ -20/100/500A	LC50 oder AIC%	Lebenszeit	Bemerkungen
R142b	CH ₃ -CClF ₂	Meforex 142b	Elf, Atochem, Ausimont	Gemischkomponente	-9,3	0,065 ^{*)}	0,34-0,39 3700/1800/540 ^{*)} 4200/2000/630 ⁴⁾ -/1800/ ⁻⁵⁾	50	19	brennbar, geregelt
R143a	CH ₃ -CF ₃	Meforex 143a	Atochem, Solvay, Ausimont	R11, R502, Gemischkomponente	-47,4	0	0,74 4700/3800/1000 ^{*)}		41 ^{*)}	brennbar
R152a	CH ₃ -CHF ₂		Du Pont, Solvay	R12, Gemischkomponente	-24,2	0	0,03 510/150/47 ^{*)} -/140/ ⁻⁵⁾		2 ^{*)}	brennbar
R225ca	CHCl ₂ -CF ₂ -CF ₃	AK-225AMS		R113 R141b		0,03	350/170/52 ⁴⁾			
R225cb	CHClF-CF ₂ -CClF ₂	AK-225AES		R113 R141b		0,03	1700/539/170 ^{*)}			
R227	CF ₃ -CHF-CF ₃	FM 200	Solvay, Great Lakes	H1301, R12, R114	-17,3	0	-/2900/ ⁻⁵⁾	>80	31 +-50%	verfügbar
R236fa	CF ₃ -CH ₂ -CF ₃		Du Pont	R114 H1211	-1,6 0					
R245ca	C ₃ F ₅ H ₃			R11		0	hoch			
R-C318	Cycloocta- fluorpropan C ₄ F ₈				-6,1		-/8700/ ⁻⁵⁾			
R356	CF ₃ -C ₂ H ₄ -CF ₃		Bayer, 3M (R356mcf)	R11		0				
	C ₄ F ₉ OCH ₃		3M		60	0	-/500/-		5,5	
	C ₅ H ₂ F ₁₀		3M		54		-/1000/-		20,8	

^{*)} UNEP 1992 CH50/1297/1;

⁴⁾ IPCC;

⁵⁾ DIN8960

1.2 Halogenfreie Reinstoffe

Name	Formel	Handelsname	Hersteller	Prinzipieller Ersatz für	Siedepunkt	ODP	GWP R11 CO ₂ -20/100/500A	LC50 oder Alc%	Lebenszeit	Bemerkungen
R50	CH ₄	Methan			-161,5	0	-/24,5/- ⁵			
R170	C ₂ H ₆	Ethan			-88,7		-/3/- ⁵			
R290	Propan	Drivosol Care 40	Hüls AG Calor Gas	R12 Gemischkomponente	-42,1	0	-/	/- ⁵		brennbar, verfügbar
R600	n-Butan	Drivosol	Hüls AG	R12, R22, R502 Gemischkomponente	-0,5	0	-/3/- ⁵			
R600ä	Isobutan	Drivosol Care 10	Hüls AG Calor Gas	R12 Gemischkomponente	-11,7	0	-/3/- ⁵			brennbar, im Einsatz
R611	Methylformat C ₂ H ₄ O ₂				32					
R717	NH ₃	Ammoniak		R11, R12, R22, R502, R500	-33,3	0	0			im Einsatz, brennbar
R718	H ₂ O	Wasser								
R744	CO ₂	Kohlendioxid		R12	-78	0	1			im Einsatz
R764	SO ₂	Schwefeldioxid			-10,2					
R1150	C ₂ H ₄	Ethylen			-103,8					
R1270	C ₃ H ₆	Propylen			-47,8					
	CH ₃ OCH ₃	Dimethylether			-24,9					

1.3 Sonstige halogenhaltige Reinstoffe

Name	Formel	Handelsname	Hersteller	Prinzipieller Ersatz für	Siedepunkt	ODP	GWP R11 CO ₂ -20/100/500A	LC50 oder Alc%	Lebenszeit	Bemerkungen
	CCl ₄	Tetra				1,1	2000/1400/500		50	verboten
	CH ₃ CCl ₃	1.1.1-Trichlorethan, Methylchloroform				0,1	360/110/35		6	verboten
R3	CH ₂ ClBr	TFB, CB								Feuerlöscher aus Neuruppin, bisher nicht verboten
E134	CF ₃ O-CH ₂ F			R114, R11		0				in der Entwicklung
E125	CF ₃ O-CHF ₂			R22 Gemischkomponente	-34,6	0			13,3	in der Entwicklung

1.3 Perfluoralkane

Name	Formel	Handelsname	Hersteller	Prinzipieller Ersatz für	Siedepunkt	ODP	GWP R11 CO ₂ -20/100/500A	LC50 oder Alc%	Lebenszeit	Bemerkungen
R116	C ₂ F ₆									
R218	C ₃ F ₈		3 M	Gemischkomponente		0	-/7000/- ⁵⁾			
	C ₆ F ₁₄	PFC614 FC5-1-14	3M	H1211	56	0	2,91 4500/6800/9900 ⁴⁾	>50		
	C ₆ F ₁₄	Perfluor-2-Methylpentan	Hoechst	R113?	58					

1.4 Halone

Name	Formel	Handelsname	Hersteller	Prinzipieller Ersatz für	Siede- punkt	ODP	GWP R11 CO ₂ -20/100/500A	LC50 oder Aic%	Lebens- zeit	Bemerkungen
H1211	CF ₂ ClBr					3,0		13,1	25	verboten
H1301	CF ₃ Br					10	-/5600/2200	>80	110	verboten
H2402	C ₂ Br ₂ F ₄									verboten
H1201 R22B1	CHF ₂ Br	FM 100	Great Lakes		-15,5	0,5-0,7	-/2000/-	10,8		
H1202	CF ₂ Br ₂				24	0,3		5,4		
R124B1	CF ₃ CHFBr				8,6	0,4				
	CF ₃ CH ₂ Br					0,65				
	CH ₃ Br	Methylbromid				0,7				

2. Gemische

Name	Formel	Handelsname	Hersteller	Prinzipieller Ersatz für	Siede- punkt	ODP	GWP R11 CO ₂ -20/100/500A	LC50 oder Aic%	Lebens- zeit	Bemerkungen
	Kohlenwasser- stoff-Gemisch	Care 30	Calor Gas	R 12 (Drop In)						verfügbar
	Kohlenwasser- stoff-Gemisch	Care 50	Calor Gas	R 22, R 502 (Drop In)						verfügbar
R400	R12 R114									verboten
R401A	R22/ R152a/ R124 (53/13/34)	Suva MP 39	Du Pont, Allied Signal	R12 (Drop-In)	-33	0,037	-/<1500/- -/1082/- ⁵⁾			nahezu azeotrop, verfügbar

noch 2. Gemische

Name	Formel	Handelsname	Hersteller	Prinzipieller Ersatz für	Siedepunkt	ODP	GWP R11 CO ₂ -20/100/500A	LC50 oder Alc%	Lebenszeit	Bemerkungen
R401B	R22 R152a R124 (61/11/28)	Suva MP 66	Du Pont	R12 (Drop-In)	-34,7 bis -28,6	0,04	-/ < 1500 / - - / 1187 / - ⁵)			verfügbar, nahezu azeotrop
R401C	R22 R152a R124 (33/15/52)	MP 62	Du Pont		-28,3	0,03	- / 832 / - ⁵)			verfügbar
R402A	R22 R290 R125 (38/2/60)	Suva HP 80	Du Pont	R502 (Drop-In)	-49,1 bis -47,2	0,02	- / 2566 / - ⁵)			nahezu azeotrop, verfügbar
R402B	R22 R290 R125 (60/2/38)	Suva HP 81	Du Pont	R502 (Drop-In)	-47,4 bis -45	0,033	- / 2236 / - ⁵)			verfügbar
R403A	R22 R290 R218 (75/5/20)	Isceon 69 S	Rhone Poulenc	R502	-50	0,04	- / > 5000 / - - / 2675 / - ⁵)			verfügbar
R403B	R22 R290 R218 (56/5/39)	Isceon 69 L	Rhone Poulenc	R502	-50,2	0,03	- / > 10 000 / - - / 3682 / - ⁵)			verfügbar
R404A	R143a R125 R134a (52/44/4)	Suva HP 62, FX 70, Forane FX 70, Meforex M 55	Du Pont, Atochem, Solvay, Ausimont	R502 Neuanlagen	-46,4	0	- / 3748 / - ⁵)			nahezu azeotrop, verfügbar
R405A	R22 R152a R142b C318 (45/7/5,5/42,5)	G 2015	Greencool		-27,3	0,028	- / 4800 / - ⁵)			

nach 2. Gemische

Name	Formel	Handelsname	Hersteller	Prinzipieller Ersatz für	Siedepunkt	ODP	GWP R11 CO ₂ -20/100/500A	LC50 oder Alc%	Lebenszeit	Bemerkungen
R406A	R22 R600a R142b (55/4/41)	GHG				0,06				
R407A	R32 R125 R134a (20/40/40)	Klea 60	ICI	R502	-45,5	0	-/1916/- ⁵)			zeotrop, verfügbar
R407B	R32 R125 R134a (10/70/20)	Klea 61	ICI	R502	-47,3	0	-/2558/- ⁵)			zeotrop, verfügbar
R407C	R32 R125 R134a (23/25/52)	Klea 66, Forane 407C, Meforex M 95, Suva AC9000	ICI, Du Pont, Ausimont	R22 auch für Altanlagen	-43,6	0	-/1609/- ⁵)			verfügbar, zeotrop, in Klima- anlagen und Wärme- pumpen
R408A	R22 R125 R143a (47/7/46)	FX 10, Forane FX 10	Atochem, Solvay	R 502	-44,4	0,026	-/3047/- ⁵)			verfügbar, nahezu azeotrop
R409A	R22 R142b R124 (60/15/25)	FX 56, Forane FX 56	Atochem, Solvay	R12 (Drop-In)	-34,5	0,05	-/1440/- ⁵)			verfügbar, zeotrop
R409B	R22 R142b R124 (65/10/25)	FX57, Forane FX 56	Atochem, Solvay	R12 (Drop-In)	-35,6	0,048	-/1425/- ⁵)			verfügbar, zeotrop
R410A	R32/R125 (50/50)	Genetron AZ 20, Sol Kane 410, SUVA 9100, Meforex M98	Allied Signal, Solvay, Du Pont, Ausimont	R22 (R13B1) (R502)	-51,5	0	-/1890/- ⁵)			azeotrop, verfügbar

noch 2. Gemische

Name	Formel	Handelsname	Hersteller	Prinzipieller Ersatz für	Siedepunkt	ODP	GWP R11 CO ₂ -20/100/500A	LC50 oder Alc%	Lebenszeit	Bemerkungen
R411A	R1270 R22 R152a (1,5/87,5/11)	G2018A	Greencool		-41,6	0,048	-/1500/- ⁵)			zeotrop
R411B	R1270 R22 R152a (3/94/3)	G2018B, Green- cool R 411 B	Greencool		-41,6	0,052	-/1600/- ⁵)			zeotrop
		Greencool G 2018 C	Greencool	R 502 Drop in						
R412A	R22 R218 R142b (70/5/25)		ICI		0	0,055	-/2000/- ⁵)			nicht azeotrop
R413A	R218 R134a R600a (9/88/3)	Isceon 49	Rhone Poulenc	R12 (Drop-In)		0	-/1770/-			verfügbar
	R218 R125 R290	RX-3	Rhone Poulenc	R502	-45	0	-/2200/-			
	R22/R125 (45/55)	FX 20	Atochem	R502	-44,5	0,02	-/3000/-			nahezu azeotrop
	R32/R125 R143a	FX 40	Atochem	R502	-48,4	0	0,93			
	R32 R23 R134a	FX220	Atochem	R22	-42	0				
	R125/R 218/R290	Isceon 89	Rhone Poulenc	R13 B1						azeotrop, verfügbar

noch 2. Gemische

Name	Formel	Handelsname	Hersteller	Prinzipieller Ersatz für	Siedepunkt	ODP	GWP R11 CO ₂ -20/100/500A	LC50 oder Alc%	Lebenszeit	Bemerkungen
	R125/R134 a/R600	Isceon 59	Rhone Poulenc	R22 Drop in						zeotrop, verfügbar
	R134a/R124/R600 58,7/34,2/2,1	Meforex DI 24	Ausimont	R12 Drop in						
	R22/R124/R600	Meforex DI 36	Ausimont	R12 Drop in						
	R22/R125/R143 a/ R290	Meforex DI 44	Ausimont	R502 Drop in						
R500	R12/R152a				-33,5	0,74	6310			Verboten
R501	R12/R22					0,29	3400			Verboten
R502	R115/R22				-45,6	0,33	5591			Verboten
R503	R13/R23				-88,7	0,6	12 639			Verboten
R504	R115/R32									Verboten
R505	R12/R31									Verboten
R506	R114/R31									Verboten
R507	R125 R143a (50/50)	Solkane 507, Genetron AZ 50, Meforex 57	Solvay, Allied Signals	R502 (R22)	-46,5	0	-/3800/- ⁵⁾			azeotrop, verfügbar
R508A	R23/R116 (39/61)	5R3	ICI		-85,7	0	-/12300/- ⁵⁾			
R508B	R23/R116 (46/54)	Suva 95	Du Pont	R 503, R 12	-87,7	0	-/12300/- ⁵⁾			